

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Επιστήμες και Συστήματα Αειφόρου Φυτικής Παραγωγής»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Εναλλακτικές καλλιεργητικές τεχνικές για βελτίωση μεγέθους, χρωματισμού καρπού και της οργανοληπτικής – διατροφικής ποιότητας των μήλων ποικιλίας ‘Φιρίκι’

Σαμαρά Μαρία

Βόλος 2021

Εναλλακτικές καλλιεργητικές τεχνικές για βελτίωση μεγέθους, χρωματισμού καρπού και της οργανοληπτικής – διατροφικής ποιότητας των μήλων ποικιλίας ‘Φιρίκι’

Firiki apple: management cultivation practices to improve fruit size, peel skin coloration and organoleptic/nutritional quality

Σαμαρά Μαρία

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Νάνος Γεώργιος, Καθηγητής, Δενδροκομία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής, Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δρογούδη Παυλίνα, Διευθύντρια Ερευνών, Δενδροκόμο, Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων

Copyright © ΣΑΜΑΡΑ ΜΑΡΙΑ, 2021.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Πρόλογος

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της. Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου, κύριο Γεώργιο Νάνο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, την επιστημονική του καθοδήγηση, τις υποδείξεις του, την επιμονή του, τη συμπαράστασή του, τη συνεχή υποστήριξη και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Γεωργίας-Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας (Π.Θ), κύριο Δαναλάτο Νικόλαο και την Διευθύντρια Ερευνών, Δενδροκόμο κυρία Δρογουδή Παυλίνα, Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, για τις εποικοδομητικές τους υποδείξεις και την πολύτιμη συμβολή τους στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στην κυρία Περσεφόνη Μαλέτσικα, Επίκουρη Καθηγήτρια Π.Θ, στον Γεωπόνο Ερευνητή Δρ. Βασίλειο Γιουβάνη και σε όλο το προσωπικό του εργαστηρίου Δενδροκομίας, στον καθένα και στην καθεμία προσωπικά για τη συνεχή υποστήριξη και βοήθειά τους, καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας. Τέλος, θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Για την περιοχή του Πηλίου η καλλιέργεια της ποικιλίας μηλιάς ‘Φιρίκι’ αποτελεί μία σημαντική καλλιέργεια αφού το Φιρίκι Πηλίου έχει χαρακτηριστεί από την Ε.Ε ως προϊόν ΠΟΠ. Το μήλο Φιρίκι είναι παλιά τοπική ποικιλία του Πηλίου με ποικίλες χρήσεις και μακρά ιστορία, ενώ καλύπτει κάποιες ανάγκες της νωπής αγοράς και της τοπικής μεταποίησης.

Η αποδοτικότητα και η ποιότητα των καρπών συχνά μειώνονται σε σημαντικό βαθμό λόγω της παρενδυτοφορίας και της έντονης βλαστικής ανάπτυξης. Οι καρποί της ποικιλίας Φιρίκι παρουσιάζουν μειονεκτήματα, όπως το μικρό σχετικά βάρος καρπού, το περιορισμένο επίχρωμα του φλοιού των καρπών, το μαλάκωμα της σάρκας και τον εμφανή μωλωπισμό με αποτέλεσμα το μειωμένο ενδιαφέρον των παραγωγών για την ποικιλία.

Με βάση τα ανωτέρω στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα καλλιεργητικών τεχνικών που στόχο έχουν την αύξηση της παραγωγής των δένδρων, τη βελτίωση ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών όπως το μέγεθος, το χρώμα και η οργανοληπτική/διατροφική ποιότητα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η βελτίωση των εμπορικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και ο χαρακτηρισμός της διατροφικής αξίας των μήλων ‘Φιρίκι’.

Επιλέχθηκαν πειραματικοί αγροί στην ευρύτερη περιοχή της Δημοτικής Κοινότητας Ζαγοράς Πηλίου στους οποίους εφαρμόστηκαν μηχανικές ή χημικές μεταχειρίσεις, όπως: 1. δακτυλίωση βραχιόνων, 2. διαφυλλική εφαρμογή του Prohexadione-Ca (ProCa) για μείωση της βλαστικής ανάπτυξης με αποτέλεσμα τον καλύτερο φωτισμό της κόμης και πιθανή βελτίωση της ποιότητας, και 3. Πέντε διαφυλλικές εφαρμογές CaCl_2 , έξι διαφυλλικές και τρεις εφαρμογές ριζοποτίσματος οργανικού σκευάσματος Ca για βελτίωση της ποιότητας και αντοχής στο μωλωπισμό.

Πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις χαρακτηριστικών των ανθέων, φύλλων, βλαστών και καρπών κατά την καλλιεργητική περίοδο όπως : 1. συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα, 2. ειδικό βάρος και ποσοστό % ξηράς ουσίας των φύλλων σε δύο χρονικές στιγμές, στα τέλη Ιουνίου και στις αρχές Σεπτεμβρίου, 3. χρώμα φλοιού καρπού, 4. χρώμα και σκληρότητα σάρκας καρπού, 5. οξύτητα και διαλυτά στερεά του χυμού, και 6. αντιοξειδωτική ικανότητα και συγκέντρωση συνολικών φαινολικών στους καρπούς.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι δακτυλιωμένοι βραχίονες το 2019 είχαν σημαντική καρποφορία το 2020, ενώ το υπόλοιπο δέντρο είχε ελάχιστη καρποφορία και η δακτυλίωση την ίδια ή την προηγούμενη χρονιά δεν επηρέασε ουσιαστικά την ποιότητα καρπού. Οι περιοδικές εφαρμογές CaCl_2 δεν επηρέασαν το χρώμα φλοιού και το μέγεθος του καρπού, αλλά βελτίωσαν τα

οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μήλων όπως η τραγανότητα και η γλυκύτητα). Οι ψεκασμοί με οργανικό Ca βελτίωσαν το χρωματισμό και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μήλων. Η εφαρμογή ProCa βελτίωσε την ποιότητα καρπού, αλλά μείωσε το βάρος καρπού. Η καστάνωση της σάρκας των μωλωπισμένων μήλων εμφανίζεται κύρια στα πρώτα 10 λεπτά από τον μωλωπισμό και συνεχίζει να αναπτύσσεται πολύ λιγότερο με τον χρόνο. Η καστάνωση της σάρκας δεν επηρεάστηκε από το CaCl_2 , αλλά το οργανικό Ca τη μείωσε.

Συμπερασματικά οι εφαρμογές μέσω μηχανικών και χημικών μεθόδων βελτίωσαν την ποιότητα των μήλων της ποικιλίας ‘Φιρίκι’ χωρίς όμως να βρεθεί τρόπος βελτίωσης του βάρους καρπού.

Λέξεις κλειδιά: *Malus domestica*, παρενιαντοφορία, δακτυλίωση, Pro-Ca, Ασβέστιο, 6-βενζυλαδενίνη.

Abstract

For the region of Pelion, the cultivation of the apple variety ‘Firiki’ is an important crop since cv, has been characterized by the EU as a PDO product. “Firiki” apple is an old local variety of Pelion with various uses and a long history covering some needs of the fresh market and local processing. The efficiency and quality value of the crop is significantly reduced by various problems in the specific crop such as biennial bearing and strong vegetative growth. The fruits of the variety have some disadvantages, such as the relatively small weight of the fruit, the limited red coloration of the skin of the fruit, flesh softening and the obvious bruising resulting in reduced interest for the variety by the producers. Based on the above, the present study proceeded to the application of specific cultivation techniques in the field in order to improve fruit yield, fruit quality and the subjective (external) and organoleptic / nutritional quality.

The purpose of this study was to improve the commercial and organoleptic characteristics and also to characterize the nutritional value of ‘Firiki’ apple variety.

For this reason, experimental fields were selected in the wider area of the Municipal Community of Zagora, Mt Pelion, in which comparisons of the quality characteristics of flowers, leaves, shoots and fruits were made during the growing season without or after application of certain treatments. Mechanical and chemical methods were studied, such as: 1. branch girdling, 2. foliar application of Prohexadione-Ca (ProCa) to reduce stem growth resulting in better canopy lighting and possible quality improvement, and 3. periodic applications of CaCl_2 and an organic Ca formulation to improve quality and resistance to bruising. The following parameters were measured and evaluated: 1. leaf chlorophyll concentration, 2. leaf specific weight and percentage of dry matter, 3. fruit skin color, 4. flesh color and firmness of the fruit, 5. total soluble solid and total acidity contents and 6. antioxidant capacity and total phenolic content in the fruit. The results showed that the ringing during the same or the previous growing year of “Firiki” tree branches did not affect fruit quality parameters, but shoots ringed in 2019 had significant return bloom and yield in 2020, while the rest of the tree had very low yield. Periodic applications of CaCl_2 did not affect skin color and fruit size, but improved the organoleptic characteristics of the apples (flesh firmness and sweetness). Periodic applications of organic Ca improved skin coloration and organoleptic characteristics of apples. ProCa application improved fruit quality, but reduced fruit weight. Flesh browning occurs mainly in the first 10 minutes after bruising and continues to grow much less over time. Flesh browning was not affected by CaCl_2 , but was reduced by the organic Ca treatment. In conclusion mechanical and chemical methods were found to improve ‘Firiki’ apple quality, but no method was found to improve fruit weight.

Index words: *Malus domestica*, biennial bearing, ringing, Pro-Ca, Calcium, 6-benzyladenine.

Εγώ, η Σαμαρά Μαρία, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα Σαμαρά Μαρία.

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1. Σημασία της καλλιέργειας της μηλιάς	14
1.2. Φιρίκι	14
1.3. Οικολογικές απαιτήσεις	15
1.4. Θρέψη/Λίπανση	15
1.4.1. Θρέψη με Ασβέστιο (Ca)	17
1.4.1.1. Επίπεδα ασβεστίου σε φύλλα και καρπούς	18
1.4.1.2. Ρύθμιση ασβεστίου μέσα στο κύτταρο	19
1.4.1.3. Η πρόσληψη Ca από τις ρίζες	19
1.4.1.4. Μετακίνηση Ca	19
1.4.1.5. Ασβέστιο και ποιότητα καρπών	20
1.4.1.6. Διαφυλλικές εφαρμογές Ca	20
1.5. Σχέση βλάστησης και καρποφορίας	21
1.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού	24
1.6.1. Βάρος και μέγεθος καρπού	24
1.6.2. Επίχρωμα (ή χρωματισμός καρπού)	25
1.6.3. Μωλωπισμός (καστάνωση σάρκας)	26
1.6.4. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	27
1.6.4.1. Μεστότητα ή Σκληρότητα σάρκας	27
1.6.4.2. Γλυκύτητα (ΔΣΣ/Οξύτητα)	28
1.7. Διατροφικά χαρακτηριστικά καρπού - Αντιοξειδωτικές ουσίες	29
1.7.1. Πολυφαινόλες - φαινολικά καρπού	30
1.8. Δακτυλίωση/ Girdling	31
1.9. Επιβραδυντές ανάπτυξης - διαφυλλική εφαρμογή του Prohexadione-calcium (Pro-Ca)	32
1.10. Σκοπός της διατριβής	33
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	34
2.1. Χωροθέτηση πειραματικών αγρών	34
2.2. Μεταχειρίσεις	35
2.2.1. Ρύθμιση της καρποφορίας διαμέσου εφαρμογής χημικού αραιώματος	35
2.2.1.1. Εφαρμογή θειασβεστίου	37
2.2.1.2. Εφαρμογή 6-BA (Exilis 2%)	37
2.2.2. Ρύθμιση της βλάστησης	37
2.2.2.1. Διαφυλλική εφαρμογή (Pro-Ca)- εμπορική ονομασία Regalis	38
2.2.2.2. Δακτυλίωση βραχιόνων	38
2.2.3. Εφαρμογή ασβεστίων CaCl ₂ και οργανικό Ca (προϊόντα Θεόφραστου, εμπορικές ονομασίες TheoCal & TheoFast)	38
2.2.3.1. Εφαρμογή CaCl ₂	39
2.2.3.2. Οργανικό Ca	39
2.3. Δειγματοληψίες – Μετρήσεις αγρού	40
2.3.1. Μεταχείριση θειασβεστίου	40
2.3.2. Μεταχείριση 6-BA	40
2.3.3. Μεταχείριση δακτυλίωσης	41
2.3.4. Μεταχείριση ProCa- Regalis – αποτελέσματα εφαρμογής 2019	41
2.3.5. Μεταχείριση Γιββεριλλίνες - GAs 2019	42
2.4. Δειγματοληψίες – Μετρήσεις εργαστηρίου	42
2.4.1. Μεταχείριση Regalis- ProCA	42

2.4.2. Δειγματοληψία καρπών στην εμπορική ωριμότητα	42
2.4.2.1. Μωλωπισμός καρπών	43
2.4.3. Μέτρηση ποιοτικών χαρακτήρων	43
2.4.3.1. Επίχρωμα φλοιού	43
2.4.3.2. Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπού	44
2.4.3.3. Σκληρότητα σάρκας	44
2.4.3.4. Περιεκτικότητα του χυμού σε διαλυτά στερεά συστατικά	45
2.4.3.5. Οξύτητα χυμού	46
2.4.3.6. Ποσοστό ξηράς ουσίας καρπού	46
2.4.3.7. Προετοιμασία εκχυλίσματος για τον υπολογισμό των συνολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών	47
2.4.3.8. Περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά	47
2.4.3.9. Αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών	48
2.4.4. Μεταχείριση –δακτυλίωση	49
2.4.4.1. Ποσοστό % ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος φύλλων	50
2.4.4.2. Περιεκτικότητα χλωροφύλλης	50
2.4.5. Μεταχείριση ασβεστίων (CaCl ₂ , Θεόφραστος)	51
2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	51
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	52
3.1. Χημικό αραίωμα	52
3.1.1. Επίδραση της εφαρμογής με θειασβέστιο το 2020 στο αραίωμα των καρπών στον αγρό ΚΟΝ	52
3.1.2. Επίδραση της εφαρμογής με Exilis (2% 6-BA) + TONIFRUIT 1 SP (1% NAA) το 2020 στο αραίωμα των καρπών στον αγρό ΚΟΝ	53
3.2. Δακτυλίωση	54
3.2.1 Επίδραση της εφαρμογής δακτυλίωσης βραχιόνων του 2019 στην ανθοφορία της επόμενης χρονιάς (2020) στον αγρό ΒΑΡ	54
3.2.2 Επίδραση της εφαρμογής δακτυλίωσης βραχιόνων τον Μάιο του 2020 στο ποσοστό % ξηράς ουσίας, στο ειδικό βάρος των φύλλων και στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων του 2020 στον αγρό ΣΠΑΝ	55
3.2.3. Επίδραση της περιόδου δειγματοληψίας στα χαρακτηριστικά των φύλλων των δένδρων μηλιάς Φιρικής του αγρού ΣΠΑΝ	56
3.2.4. Ποιότητα των καρπών στην εμπορική συγκομιδή	59
3.3. Διαφορές στην ποιότητα καρπών στην εμπορική συγκομιδή μεταξύ των μεταχειρίσεων στον αγρό ΚΟΝ	63
3.4. Μετασυλλεκτική ευαισθησία στους μωλωπισμούς	66
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	69
4.1. Χημικό αραίωμα	70
4.1.1. Εφαρμογή θειασβεστίου	70
4.1.2. Εφαρμογή μίγματος 6-BA και NAA	70
4.2. Δακτυλίωση βραχιόνων	71
4.3. Διαφορές στην ποιότητα καρπών στην εμπορική συγκομιδή μεταξύ των μεταχειρίσεων στον αγρό ΚΟΝ	74
4.4. Μετασυλλεκτική ευαισθησία στους μωλωπισμούς	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	77
Ξενογλώσση Βιβλιογραφία	79
Ελληνική βιβλιογραφία	87
Διαδικτυακή Βιβλιογραφία	88

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Επιλεγμένα αγροτεμάχια ποικιλίας ‘Φιρίκι’ και τα κύρια χαρακτηριστικά τους,

Πίνακας 3.1 Αριθμός ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα (ΕΔΒ), αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα ΕΔΒ και % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων των μεταχειρίσεων του Μάρτυρα και του Θειασβεστίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.2 Αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία στην κορυφή ετήσιου βλαστού και σε αιχμή.

Πίνακας 3.3 Αριθμός ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα (ΕΔΒ), αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα ΕΔΒ και % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων των μεταχειρίσεων του Μάρτυρα και του 6-BA + NAA. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.4 Αριθμός ανθέων και καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα (ΕΔΒ) το 2020 στα δένδρα των μεταχειρίσεων του Μάρτυρα και της Δακτυλίωσης που διενεργήθηκε το 2019 στον αγρό ΒΑΡ. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.5 Επίδραση της δακτυλίωσης στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και στο ειδικό βάρος των φύλλων, στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων εκφρασμένη ανά μονάδα ξηράς ουσίας και επιφάνειας φύλλου δένδρων Φιρικιάς του αγροτεμαχίου ΣΠΑΝ στις 21/6/2020.

Πίνακας 3.6: Επίδραση της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας και της μεταχείρισης της δακτυλίωσης στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και στο ειδικό βάρος των φύλλων μηλιάς Φιρικιάς στον αγρό ΣΠΑΝ. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.7: Επίδραση της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας και της μεταχείρισης στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων εκφρασμένη ανά μονάδα ξηράς ουσίας και στο λόγο $X_{\text{λωρ}}$. a/ $X_{\text{λωρ}}$. b δένδρων Φιρικιάς στον αγρό ΣΠΑΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.8: Επίδραση της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας και της μεταχείρισης στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δένδρων Φιρικιάς στον αγρό ΣΠΑΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.9: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2020 στις παραμέτρους χρώματος L^* , a^* και b^* φλοιού και σάρκας καρπών μηλιάς Φιρικιάς στην εμπορική συγκομιδή στον

πειραματικό αγρό ΣΠΑΝ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.10: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2019 στις παραμέτρους χρώματος L^* , a^* και b^* φλοιού και σάρκας καρπών μηλιάς Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή στο αγροτεμάχιο ΒΑΡ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.11: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2020 στις παραμέτρους ποιότητας καρπού και χυμού Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή: σκληρότητα σάρκας, Δ.Σ.Σ: διαλυτά στερεά συστατικά, οξύτητα και Δ.Σ.Σ./Οξύτητα στο αγροτεμάχιο ΣΠΑΝ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.12: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2019 στις παραμέτρους καρπού και χυμού μήλων Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή: σκληρότητα σάρκας, Δ.Σ.Σ: διαλυτά στερεά συστατικά, οξύτητα και Δ.Σ.Σ./Οξύτητα στο αγροτεμάχιο ΒΑΡ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.13: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2020 στις παραμέτρους ποιότητας καρπού Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή: μάζα καρπού, μήκος καρπού, πλάτος καρπού, μήκος/πλάτος και ποσοστό % ξηράς ουσίας στο αγροτεμάχιο ΣΠΑΝ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.14: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2019 στις παραμέτρους καρπού Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020: μάζα καρπού, μήκος καρπού, πλάτος καρπού, μήκος/πλάτος και ξηρά ουσία στο αγροτεμάχιο ΒΑΡ της περιοχής Ζαγοράς. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.15. Επίδραση της δακτυλίωσης τον Μάιο 2020 στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικών συστατικών (με δύο μεθόδους DPPH, FRAP) των μήλων 'Φιρίκι' στον αγρό ΣΠΑΝ κατά τη συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.16: Επίδραση της δακτυλίωσης τον Μάιο 2019 στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικών συστατικών (με δύο μεθόδους DPPH, FRAP) των μήλων ‘Φιρίκι’ στον αγρό ΒΑΡ κατά τη συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.17: Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής δυο σκευασμάτων ασβεστίου (χλωριούχο ασβέστιο, οργανικό ασβέστιο Θεόφραστος) και της αντιγιββερίλης Prohexadione-Ca (Pro-Ca) στα χαρακτηριστικά χρώματος φλοιού και σάρκας καρπού στην εμπορική συγκομιδή μηλιάς Φιρικιάς στον αγρό ΚΟΝ κατά την εμπορική συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.18: Χαρακτηριστικά καρπού και χυμού του καρπού στην εμπορική συγκομιδή μηλιάς Φιρικιάς στον αγρό ΚΟΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις τρεις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν. Δ.Σ.Σ: διαλυτά στερεά συστατικά. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.19: Επίδραση της μεταχείρισης στα χαρακτηριστικά καρπού μηλιάς Φιρικιάς στον αγρό ΚΟΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.20 Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής δυο σκευασμάτων ασβεστίου (χλωριούχο ασβέστιο, οργανικό ασβέστιο Θεόφραστος) και της αντιγιββερίλης Prohexadione-Ca (Pro-Ca) στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικών συστατικών (με δύο μεθόδους DPPH, FRAP) των μήλων ‘Φιρίκι’ στον αγρό ΚΟΝ κατά τη συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Πίνακας 3.21: Δείκτης καστανώσης (Δ.Κ) και ολική αλλαγή χρώματος (Ο.Α.Χρ.) της σάρκας καρπού μηλιάς Φιρικιάς στον αγρό ΚΟΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου σε σχέση με το χρόνο και τη μεταχείριση, ως αποτέλεσμα της κοπής και του μωλωπισμού. Μέσοι όροι ανά σειρά που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P\leq 0,05$).

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Απεικόνιση του τρισδιάστατου ομοιόμορφου χρωματικού χώρου CIELAB,	44
Εικόνα 2.2: Απεικόνιση της διαδικασίας μέτρησης του χρώματος της σάρκας του καρπού,	45
Εικόνα 2.3: Απεικόνιση της διαδικασίας μέτρησης της σκληρότητας της σάρκας του καρπού,	46
Εικόνα 2.4: Απεικόνιση της διαδικασίας της προετοιμασίας του εκχυλίσματος για τον υπολογισμό των συνολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών,	47
Εικόνα 2.5: Απεικόνιση της συσκευής μέτρησης της απορρόφησης του φωτός (φασματοφωτόμετρο)	48

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σημασία της καλλιέργειας της μηλιάς

Η Μηλιά (*Malus domestica* Borkh) είναι το πιο διαδεδομένο φυλλοβόλο οπωροφόρο δένδρο παγκοσμίως. Η καλλιέργεια της αποτελεί μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στον κόσμο. Στην Ευρώπη, η συνολική παραγωγή μήλων την τελευταία πενταετία κυμαίνεται περίπου στους 15.000.000 τόνους ετησίως. Στη χώρα μας καλλιεργούνται 100.000 στρέμματα με μηλιές και είναι η δεύτερη σε έκταση δενδροκομική καλλιέργεια φυλλοβόλων οπωροφόρων μετά το ροδάκινο, ενώ η παραγωγή μήλων είναι της τάξεως των 282.300 τόνων (FAOSTAT). Οι μηλεώνες εκτείνονται σε όλη τη χώρα, αλλά κυρίως στους νομούς Ημαθίας, Πέλλας, Καστοριάς, Μαγνησίας, Λάρισας και Αρκαδίας. Στη χώρα μας υπάρχουν και περιπτώσεις περιοχών που έχουν επιτύχει να εξασφαλίσουν για τα μήλα τους την αναγνώριση από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως προϊόν ΠΟΠ (Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης), όπως η Αρκαδία και η Ζαγορά Πηλίου. Στην τελευταία ΠΟΠ μήλα έχουν αναγνωριστεί τα κόκκινα μήλα και τα μήλα Φιρίκι.

Οι κυριότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες μηλιάς, στον ελλαδικό χώρο είναι οι Starking Delicious, πολλοί κλώνοι της Red Delicious, Golden Delicious, Gala, Fuji και Granny Smith, ενώ σε πολλές περιοχές εντοπίζεται και η καλλιέργεια της παραδοσιακής ποικιλίας Φιρίκι.

1.2. Φιρίκι

Η ποικιλία μηλιάς Φιρικιά με το ιδιαίτερα ξακουστό Φιρίκι Πηλίου αποτελεί μία παραδοσιακή ποικιλία μηλιάς, υψηλής εμπορικής αξίας, που στην πραγματικότητα είναι πληθυσμός. Καλλιεργείται στον ορεινό και ημιορεινό όγκο του Πηλίου από το 18ο αιώνα από έμπειρους καλλιεργητές, ενώ εικάζεται ότι προήλθε από την περιοχή του Εύξεινου Πόντου.

Το φιρίκι Πηλίου ανήκει στο είδος *Malus domestica* Borkh και στην νανόκαρπη ποικιλία Φιρίκι. Είναι μήλο, μικρού έως μεσαίου μεγέθους, με σχήμα κυλινδρικό επίμηκες με μικρή σχέση διαμέτρου προς μήκος, χρώμα πρασινοκίτρινο, με επίχρισμα έντονα κόκκινο στην πλευρά που το βλέπει ο ήλιος, υψηλή σκληρότητα σάρκας (6-8 kg/cm²), μεγάλη περιεκτικότητα σε σάκχαρα και χαμηλή οξύτητα που δίνει γλυκιά και χυμώδη σάρκα και ιδιαίτερα έντονο άρωμα. Η γεωγραφική περιοχή καλλιέργειας του οριοθετείται με βάση το υψόμετρο, ευδοκιμεί σε ζώνη καλλιέργειας από 300 μ. έως 900 μ., οι εδαφοκλιματικές συνθήκες απαιτούν επικλινές καλά αποστραγγιζόμενο έδαφος, μικρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, αυξημένη σχετική υγρασία και υψηλή ηλιοφάνεια. Τα άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της ποικιλίας όπως το έντονο άρωμα, η υψηλή

συγκέντρωση σακχάρων, η χαμηλή οξύτητα με την χαρακτηριστική γλυκύτητα και η αυξημένη συντηρησιμότητα έχουν χαρακτηρίσει το προϊόν ως ΠΟΠ σε επίπεδο Ε.Ε, ενώ σε καμία περίπτωση δε θα πρέπει να συγχέεται με άλλες μεγαλόκαρπες μεταλλαγές της ποικιλίας, οι οποίες διαφέρουν ποιοτικά σημαντικά (minagric.gr, 2011). Η τυποποίηση εφαρμόζεται βάσει του κανονισμού (ΕΚ) 1221/2008. Όταν συλλέγονται τα φιρίκια Πηλίου πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά: Α) Σκληρότητα: 6-8 kg/cm², Β) Διαλυτά στερεά: 11,5-13 Brix, Γ) Οξύτητα: 0,10-0,20% μηλικό οξύ και Δ) Μέγεθος: 14-18 cm Περίμετρο.

Ωστόσο παρά την αυξημένη εμπορική αξία της, είναι χαρακτηριστική η εκτόπιση της καλλιέργειας της εν λόγω ποικιλίας και οι παραγωγοί επιδεικνύουν μειωμένο ενδιαφέρον για αυτή, διότι η Φιρική εμφανίζει ορισμένα σοβαρά μειονεκτήματα, με αποτέλεσμα να αντικαθίσταται από άλλες εμπορικές και νέες ποικιλίες μήλων. Τα κύρια προβλήματα της ποικιλίας Φιρίκι είναι ο μειωμένος χρωματισμός φλοιού του καρπού, η έντονη βλαστική ανάπτυξη του δένδρου, η παρεννιαυτοφορία, το μαλάκωμα της σάρκας του καρπού κατά τη διάρκεια της ψυχρής συντήρησης, η ευαισθησία του στους μωλωπισμούς που προκαλεί καστάνωση της λευκής σάρκας.

1.3 Οικολογικές απαιτήσεις

Η μηλιά αποτελεί δέντρο των ψυχρών αλλά και των υγρών κλιμάτων και απαντάται μέχρι υψομέτρου 1500 μέτρων. Ευδοκίμει κατά κύριο λόγο σε περιοχές με αρκετό χειμερινό ψύχος και ήπιο δροσερό καλοκαίρι. Δεν αντέχει σε θερμοκρασίες οι οποίες ξεπερνούν τους 25-30 °C (Ποντίκης, 2003).

Ευδοκίμει σε εδάφη με αμμοπηλώδη σύσταση. Το υπέδαφος είναι απαραίτητο να αποστραγγίζεται καλά, καθώς οι ρίζες της μηλιάς είναι πολύ ευαίσθητες σε περίσσεια νερού. Το ιδανικό pH του εδάφους κυμαίνεται μεταξύ 6,2 έως 6,8 (Ποντίκης, 2003). Επίσης, η μηλιά ευδοκίμει σε εδάφη γόνιμα, βαθιά, μέσης μηχανικής σύστασης, με επάρκεια σε ασβέστιο και περιεκτικότητα σε ολικό ανθρακικό ασβέστιο μικρότερη από 10%, ικανοποιητική υδατοϊκανότητα και με χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (Θερίος και Δημάση-Θερίου, 2013).

Η μηλιά είναι δέντρο που ανέχεται την εδαφική υγρασία, αλλά ταυτόχρονα και την απαιτεί, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Χρειάζεται κατά προσέγγιση περίπου 1000 mm νερού/έτος και, εφόσον οι ανάγκες της δεν ικανοποιούνται από τις βροχοπτώσεις, τότε πρέπει να αρδεύεται συστηματικά (Ποντίκης, 2003).

1.4. Θρέψη/Λίπανση

Τα κυριότερα θρεπτικά στοιχεία τα οποία σήμερα προσδιορίζονται κατά τις διάφορες χημικές αναλύσεις εδάφους, φύλλων και καρπών είναι το Άζωτο, ο Φώσφορος, το Κάλιο, το

Μαγνήσιο, το Ασβέστιο, το Μαγγάνιο, το Βόριο, ο Σίδηρος, ο Ψευδάργυρος και δευτερευόντως ο Χαλκός, το Θείο και το Μολυβδαίνιο. Έτσι κατανοούνται και αξιολογούνται η θρεπτική κατάσταση των δένδρων, η συσσώρευση των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς, καθώς τα πολυάριθμα φαινόμενα συνεργισμού και ανταγωνισμού που παρατηρούνται τόσο μέσα στο έδαφος, όσο και μέσα στο φυτό επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στο έδαφος και τη συγκέντρωση θρεπτικών στο φυτό (Στυλιανίδης κ.ά., 1995).

Το **άζωτο** ελέγχει τη βλάστηση και την καρποφορία των δένδρων και υπερβολική χρήση αυτού δημιουργεί προβλήματα στην ποιότητα του καρπού περιλαμβανομένου του χρωματισμού, στην ανθεκτικότητα του φυτού σε καταπονήσεις, τη συντηρησιμότητα των καρπών, οδηγεί σε καρπόπτωση πριν τη συγκομιδή, επηρεάζει την απορρόφηση ασβεστίου (σημαντική σχέση N/Ca) με αποτέλεσμα την εκδήλωση της «πικρής κηλίδωσης» (Bitter pit), της εσωτερικής κατάρρευσης (Internal Breakdown) κ.λπ. Ο εφοδιασμός των δέντρων με άζωτο νωρίς την άνοιξη είναι αναγκαίος για καλή καρπόδεση και δημιουργία ικανοποιητικής φυλλικής επιφάνειας. Από παλαιότερη βιβλιογραφία συνιστάται μια ποσότητα 10-20 μονάδες αζώτου κατά στρέμμα με τη μέγιστη ποσότητα να δίνεται στα δένδρα πριν από την άνθηση (Στυλιανίδης κ.ά., 1995). Σήμερα βέβαια, αυτή η ποσότητα θεωρείται υπερβολική και πολύ μικρότερη ποσότητα εφαρμόζεται στις μηλιές που αρδεύονται τοπικά και αναπτύσσονται πάνω σε νάνα υποκείμενα.

Η λίπανση με **φώσφορο** πρέπει να γίνεται κυρίως στα νεαρά μικρής ηλικίας δένδρα, καθώς το στοιχείο βοηθά την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και ελάχιστος P απομακρύνεται με τους καρπούς από τον αγρό. Παρόλα αυτά, πτωχοί σε φώσφορο καρποί είναι επιρρεπείς στο μαλάκωμα και στην κασπάνωση. Η μηλιά σε σπάνιες περιπτώσεις έχει ανάγκη φωσφορικής λίπανσης (κατώτερο επίπεδο επάρκειας στα φύλλα προτείνεται το 0,20% και σαν ανώτερο το 0,25-0,30%). Συνιστώνται κυρίως διαφυλλικοί ψεκασμοί με διάφορες ενώσεις φωσφόρου σε αναπτυσσόμενα δέντρα, και, σε φτωχά μόνο εδάφη, προ της φύτευσης εφαρμογή σημαντικών ποσοτήτων φωσφόρου που θα χρησιμοποιηθούν για πολλά έτη κατά την παραγωγική ζωή του μηλεώνα (Θερίος, 1996).

Το **κάλιο** επηρεάζει άμεσα και σε μέγιστο βαθμό την ποιότητα των καρπών. Τροφοπενία καλίου οδηγεί σε περιφερειακή νέκρωση του ελάσματος στα μέσης ηλικίας φύλλα. Καλιούχα λιπάσματα εφαρμόζονται συνήθως ανά έτος. Είναι ένα οσμωρυθμιστικό στοιχείο, το οποίο ρυθμίζει τη σπαργή των κυττάρων, αυξάνει την ανθεκτικότητα των δένδρων σε αντίξοες αβιοτικές συνθήκες όπως ξηρασία, ψύχος, αλκαλικά, αλατούχα εδάφη κ.λπ. Ενισχύει την ανθεκτικότητα των φυτών στις ασθένειες και συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση της ποιότητας των καρπών αφού βελτιώνει το κόκκινο επίχρωμα στα κόκκινα μήλα και αυξάνει την περιεκτικότητα τους σε διαλυτά στερεά. Επειδή το κάλιο είναι ευκίνητο εντός των φυτών, τα πρώτα συμπτώματα τροφοπενίας αυτού εμφανίζονται κατ' αρχήν στο έλασμα των γηραιότερων φύλλων, με περιφερειακή χλώρωση στα

πρώτα στάδια, η οποία σταδιακά μετατρέπεται σε νέκρωση που σταδιακά μετακινείται προς το κέντρο του ελάσματος, ενώ οι καρποί εμφανίζουν μικροκαρπία (Θεριός, 1996).

Επιπλέον, με το κάλιο λαμβάνουν χώρα πολλά φαινόμενα συνεργισμού και ανταγωνισμού τόσο μέσα στο έδαφος, όσο και μέσα στο φυτό κύρια με τα υπόλοιπα κατιόντα με συνέπεια να διαταράσσεται η θρεπτική κατάσταση των δένδρων (Στυλιανίδης κ.ά., 1995). Όταν οι σχέσεις με τα στοιχεία άζωτο, ασβέστιο και μαγνήσιο βρίσκονται μέσα σε ορισμένα όρια, τότε συντελούνται οι ευεργετικές επιδράσεις του καλίου. Έτσι, η σχέση N/K στα φύλλα της μηλιάς πρέπει να είναι πολύ κοντά στο 1,25, ενώ η αντίστοιχη (K+Mg)/Ca στους καρπούς πρέπει να βρίσκεται κάτω από το 20 και όχι μεγαλύτερη από 25. Η τελευταία αυτή σχέση είναι καθοριστική για την εκδήλωση στα μήλα της φυσιολογικής ανωμαλίας των καρπών, γνωστής με το όνομα 'πικρή κηλίδωση'.

Το **ασβέστιο** είναι το στοιχείο που δρα με ποικίλους τρόπους καθώς είναι ρυθμιστής πολλών φυσιολογικών λειτουργιών και κυρίως της αναπνοής και της παραγωγής αιθυλενίου, αποτρέποντας την εκδήλωση πολλών ανωμαλιών της φυσιολογίας των καρπών ενώ αποτελεί στοιχείο της συντηρησιμότητας των καρπών. Πολλά περισσότερα για το Ca θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Η αντιμετώπιση της έλλειψης ασβεστίου γίνεται με ψεκασμούς των δένδρων με σκευάσματα ασβεστίου (χλωριούχο ασβέστιο και πολλά άλλα ασβεστούχα σκευάσματα).

Τροφοπενία **ψευδαργύρου** παρατηρείται σε αλκαλικά εδάφη φτωχά σε ψευδάργυρο με υψηλή περιεκτικότητα ασβεστίου, φωσφόρου και οργανικής ουσίας και είναι από τις πιο συνηθισμένες στη μηλιά. Κυριότερα συμπτώματα της είναι η μικροκαρπία και η μικροφυλλία, ενώ σε έντονη έλλειψη εμφανίζεται ξήρανση των ετήσιων βλαστών. Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς με θειϊκό ψευδάργυρο (μέχρι 3%) κατά τη χειμερινή περίοδο, πριν από το κλάδεμα, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί χηλικός ψευδάργυρος διαφυλλικά κατά τη βλαστική περίοδο ή στο έδαφος.

Σε εδάφη ασβεστούχα, όξινα, ξηρά, αμμώδη ή υπερβολικά υγρά παρατηρείται έλλειψη **βορίου**. Τα κυριότερα συμπτώματα είναι εσωτερική και εξωτερική φέλλωση, καρπών κάθε ηλικίας, κηλίδωση καρπών και καρπόπτωση. Πολλοί προσβεβλημένοι καρποί πέφτουν νωρίς το καλοκαίρι και όσοι ωριμάζουν παραμένουν μικροί παραμορφωμένοι και σχισμένοι με ανώμαλη επιφάνεια με αποτέλεσμα υποβάθμιση της ποιότητας και μειωμένη παραγωγή. Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς βορικού οξέος 0,25%, αρχίζοντας από την πλήρη άνθηση ή και με εφαρμογή βόρακα στο έδαφος 125-250 g/δένδρο το χειμώνα.

Επίσης, τροφοπενίες σιδήρου, μαγνησίου και μαγγανίου παρουσιάζουν διάφορα συμπτώματα και παρουσιάζονται σπάνια σε μηλεώνες.

1.4.1. Θρέψη με Ασβέστιο (Ca)

Το ασβέστιο είναι ένα από τα πιο σημαντικά θρεπτικά συστατικά για την ποιότητα των φρούτων και φυτικά και του μήλου. Βοηθά στη διατήρηση της αντοχής της κυτταρικής μεμβράνης και της ακεραιότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων. Διατηρεί την υφή της σάρκας του καρπού μειώνοντας τον βαθμό μαλακώματος που σχετίζεται με την ωρίμανση και αυξάνει την σκληρότητα των ιστών (Johnston et al., 2002). Διαδραματίζει πολλαπλούς ρόλους στους φυτικούς ιστούς αφού ως συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος δημιουργεί εν πολλοίς και τη δομή αυτού, καθώς το 60% του συνολικού Ca στο φυτό σχετίζεται με τη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων (Rossignol, 1973).

Το Ca θεωρείται το στοιχείο της συντηρησιμότητας, γιατί αποτρέπει την εκδήλωση πολλών ανωμαλιών της φυσιολογίας των καρπών (πικρή κηλίδωση κ.α.), καθώς είναι ρυθμιστής πολλών φυσιολογικών λειτουργιών και κυρίως της αναπνοής και της παραγωγής αιθυλενίου.

Δρα παρεμποδιστικά στη δράση των ενζύμων παθογόνων οργανισμών και βρίσκεται στην πρώτη γραμμή άμυνας του φυτού όπου διατηρεί τη συνοχή των ιστών και εμποδίζει τους μικροοργανισμούς να εισχωρήσουν (Θεριός και Δημάση-Θεριού, 2013).

1.4.1.1. Επίπεδα ασβεστίου σε φύλλα και καρπούς

Τα κανονικά επίπεδα Ca στα φύλλα είναι 1,8% ξ.ο. φύλλων, ενώ όταν αυτά είναι <1% ξ.ο. φύλλων εμφανίζονται συμπτώματα έλλειψης σε καρπούς και φύλλα και υποβαθμίζεται η ποιότητα των μήλων (Jones and Aldwinckle, 1990). Επίπεδα Ca στη σάρκα του καρπού της τάξεως των 10-30 mg/100 g Ξ.Ο. είναι αρκετά για τη μη εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών (Jones and Aldwinckle, 1990) όπως η πικρή κηλίδωση (Fallahi et al., 2001).

Οι σχέσεις N/Ca και (K+Mg)/Ca επηρεάζουν την ποιότητα και τη συντηρησιμότητα των καρπών. Η σχέση N/Ca θα πρέπει να είναι 11-14, ενώ τιμές άνω του 30 δημιουργούν προβλήματα και φυσιολογικές ανωμαλίες (Jones and Aldwinckle, 1990). Η σχέση (K+Mg)/Ca θα πρέπει να είναι μικρότερη του 20, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της σχέσης (K+Mg)/Ca στους καρπούς τόσο πιθανότερη είναι η εμφάνιση πικρής κηλίδωσης (Jones and Aldwinckle, 1990).

Λόγω μεγαλύτερης διαπνοής των φύλλων περισσότερο Ca συσσωρεύεται στα φύλλα από ότι στους καρπούς (το πρόβλημα εντείνεται όταν το καλοκαίρι είναι ζεστό και ξηρό) με αποτέλεσμα την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών στον καρπό κατά τη συντήρηση (Lau, 1971).

Το Ca συμμετέχει επίσης στην ενεργή μεταφορά κάποιων ιόντων μέσω των μεμβρανών επηρεάζοντας φυσιολογικές δραστηριότητες του κυττάρου. Επίσης, έχει ρυθμιστικό ρόλο σε διάφορες διαδικασίες στη λειτουργία του κυττάρου και στη μετάδοση των ερεθισμάτων (Ροοναίαη, 1988). Μέσα στο κύτταρο διακρίνεται σε κυτοπλασματικό, αυτό που βρίσκεται στο κυτόπλασμα και ενδοοργανιδιακό, αυτό που βρίσκεται μέσα στα οργανίδια. Το κυτοπλασματικό Ca μπορεί να προκαλέσει μεταβολικές αντιδράσεις στο κύτταρο με δύο διαφορετικούς βασικούς τρόπους. Ο

πρώτος είναι μέσω της ενδοκυτταρικής ηλεκτροφόρησης, μπορεί δηλαδή να μεταφέρει ηλεκτρικό φορτίο μέσα στο κύτταρο, και ο δεύτερος, πιο γενικός, είναι διαμέσου πρωτεϊνικών- υποδοχέων Ca, δηλαδή πρωτεΐνες-υποδοχείς που δεσμεύουν το Ca και ενεργοποιούν ένζυμα.

1.4.1.2. Ρύθμιση ασβεστίου μέσα στο κύτταρο

Το κύτταρο ρυθμίζει τις συγκεντρώσεις Ca με τη διαπερατότητα της πλασματικής μεμβράνης μέσω των πρωτεϊνικών-πόρων, με την ανταλλαγή H^+ και με τις αντλίες Ca. Η διαπερατότητα του πλασμαλήμματος στο Ca είναι σχετικά χαμηλή, αν και μπορεί να αλλάξει λόγω κάποιων ερεθισμάτων κατά τη διάρκεια κάποιων διεργασιών ενεργοποίησης των πρωτεϊνικών-πόρων για το Ca. Στην κανονική της όμως κατάσταση η μεμβράνη δρα ως εμπόδιο για τη μεταφορά του Ca μέσα στο κυτόπλασμα (Allan and Trewavas, 1987). Οι αντλίες Ca βρίσκονται κύρια στο πλασμαλήμμα και στο ενδοπλασματικό δίκτυο και εξαρτώνται από την καλμοδουλίνη. Όταν λοιπόν αυξάνεται η ενδοκυτταρική συγκέντρωση Ca, αυξάνεται και η λειτουργία αυτών των αντλιών (Allan and Trewavas, 1987).

1.4.1.3. Η πρόσληψη Ca από τις ρίζες

Η πρόσληψη Ca από τις ρίζες εξαρτάται από το ριζικό σύστημα (του δένδρου) και το περιβάλλον αυτού. Ο συνολικός όγκος, η πυκνότητα, η αύξηση και δραστηριότητα του ριζικού συστήματος σε σχέση με τις απαιτήσεις του δένδρου και η εξάπλωσή του στο έδαφος, επηρεάζουν την απορρόφηση Ca από το εδαφικό διάλυμα (Atkinson and Wilson, 1980). Τα ιόντα Ca στο εδαφικό διάλυμα κινούνται προς τη ρίζα είτε με μαζική ροή είτε με διάχυση από υψηλότερες σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις (Barber et al., 1963). Ιόντα NH_4 , K, Mg και Na στο εδαφικό διάλυμα εμποδίζουν την πρόσληψη Ca (Geraldson, 1971), ενώ ιόντα όπως NO_3 και $HP0_4$ ή H_2P0_4 την ευνοούν (Jakobsen, 1979; Kirkby and Knight, 1977).

Το Ca μπαίνει στο φλοιό της ρίζας με διάχυση (Bangerth, 2000), ενώ όταν φτάσει στην ενδοδερμίδα κινείται συμπλαστικά. Τέλος στο χώρο του αγωγού ιστού, τα ιόντα Ca μπορούν να περάσουν στα αγγεία μέσω ενεργούς έκκρισης (Biddulph, 1967) ή με παθητική ροή (Bowling, 1973).

1.4.1.4. Μετακίνηση Ca

Η κύρια οδός μεταφοράς του Ca στο φυτό είναι ο ιστός των αγγείων (Ferguson and Bollard, 1976). Η κινητικότητα του στα αγγεία προάγεται από την παρουσία δισθενών ιόντων, όπως το Mg, και την παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων χηλικών συστατικών (EDTA), και μηλικού ή κιτρικού οξέος (Shear and Faust, 1970). Η κίνηση του προς τον καρπό μέσω του φλοιώματος είναι ελάχιστη

(Van Goor and Wiersma. 1974), ενώ μέσα στον καρπό φτάνει κύρια με τα αγγεία και τη διαπνοή, που και αυτή είναι ελάχιστη στους καρπούς.

Στους καρπούς υπάρχουν δύο φάσεις συσσώρευσης Ca. Στην πρώτη φάση κατά τη διάρκεια των κυτταρικών διαιρέσεων παρατηρείται γρήγορη αύξηση της ποσότητας Ca. Στη δεύτερη φάση, της τάνυσης των κυττάρων, η πρόσληψη Ca συνεχίζεται με μικρότερο ρυθμό ή το Ca επιστρέφει πίσω στο δένδρο κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας (Smith, 1950). Καθώς οι καρποί αναπτύσσονται, η διαπνοή, η φωτοσύνθεση και η αναλογία επιφάνειας προς όγκο μειώνονται. Τώρα ο καρπός λαμβάνει τις κυριότερες ποσότητες θρεπτικών συστατικών από τα φύλλα. Έτσι, καθώς ο καρπός συνεχίζει να μεγαλώνει, η συγκέντρωση Ca μέσα στον καρπό μειώνεται (Bangerth and Link, 1972).

1.4.1.5. Ασβέστιο και ποιότητα καρπών

Όπως αναφέρθηκε το Ca παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας των καρπών (Bangerth, 1979; Arteca *et al.*, 1980). Περιορίζει την παραγωγή CO₂ και αιθυλενίου διατηρώντας τη σκληρότητα και καθυστερώντας το χρόνο γήρανσης των καρπών μετά τη συγκομιδή. Τα επίπεδα του συνδέονται με την ανθεκτικότητα των καρπών στις μετασυλλεκτικές ασθένειες και την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών. Έτσι η συγκέντρωση Ca στον καρπό σχετίζεται με την εμφάνιση της πικρής κηλίδωσης, της εσωτερικής κατάρρευσης, των σήψεων, του υδατώδους πυρήνα και του επιφανειακού εγκαύματος των καρπών. Καθυστερεί την αποδόμηση των πολυμερών του κυτταρικού τοιχώματος και συνεπώς αποτρέπει τη διαδικασία μαλακώματος του καρπού (Sams and Conway, 1984). Ανάλογα με τα επίπεδα Ca στον καρπό επηρεάζεται και ο ρυθμός με τον οποίο μαλακώνει ο καρπός (Poonaiah, 1988), καθώς παίζει σημαντικό ρόλο στη δύναμη συγκράτησης μεταξύ των κυττάρων.

1.4.1.6. Διαφυλλικές εφαρμογές Ca

Έχει παρατηρηθεί αύξηση της σταθερότητας του ιστού των μήλων μετά από διαφυλλικές εφαρμογές ασβεστίου. Οι Glenn και Poonaiah (1985) διαπίστωσαν ότι το διαφυλλικά εφαρμοζόμενο Ca διατήρησε τη δομική ακεραιότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων και διατήρησε τη συνοχή των κυττάρων στα μήλα «Golden Delicious» και η αντοχή σε εφελκυσμό και η σταθερότητα συσχετίστηκαν θετικά με την περιεκτικότητα σε Ca του φλοιού των φρούτων. Σημαντική βελτίωση της σταθερότητας των καρπών του μήλου παρατηρήθηκε με διάφορα προϊόντα ασβεστίου, καθώς και μείωση της ευαισθησίας σε μωλωπισμό (Ruiz-Altisent, 1991).

Διαφυλλικοί ψεκασμοί σε φιρικιές με καινοτόμα προϊόντα Ca και Si σε μορφή νανοσωματιδίων για αποτελεσματικότερη απορρόφηση και διείσδυση των Ca και Si στον καρπό, δεν

επηρέασαν τη μάζα των καρπών και δεν είχαν σημαντική επίδραση στη σταθερότητα των φρούτων, το χρώμα, τη γεύση και τη διατροφική ποιότητα (Nanos et al., 2021).

Αντίθετα, σε δένδρα μηλιάς ποικιλίας Red Delicious, οι καρποί που ψεκάστηκαν με CaCl_2 είχαν υψηλότερη σκληρότητα σε σύγκριση με τους μάρτυρες (Ranjbar et al., 2018). Διαφυλλικοί ψεκασμοί Ca αύξησαν την περιεκτικότητα του Ca στα μήλα. Ψεκασμός δένδρων μηλιάς με CaCl_2 και ανάλυση καρπών μετά από 5 μήνες συντήρησης έδειξε ότι η συγκέντρωση Ca στην επιφάνεια του φλοιού και λίγο πιο κάτω (1-4 mm) αυξήθηκε, ενώ η αύξηση δεν ήταν σημαντική στην υπόλοιπη σάρκα (Biggs et al., 1993).

Πέντε ψεκασμοί με Ca, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ή CaCl_2 , μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα Ca κατά 1 mg ανά 100 g νωπού βάρους του μήλου (Swietlik and Faust, 1984). Σε πειράματα των Drake et al. (1979) με 5 ψεκασμούς CaCl_2 η αύξηση της συγκέντρωσης Ca στη σάρκα των καρπών ήταν 0,5 mg ανά 100 g νωπού βάρους του καρπού.

Η ποσότητα Ca που προσλαμβάνεται από τον καρπό κατά τον ψεκασμό επηρεάζεται από τις συνθήκες αύξησης και ανάπτυξης του καρπού, από περιβαλλοντικούς παράγοντες, από την ωριμότητα του καρπού και την ποικιλία. Για την αύξηση του Ca στους καρπούς με ψεκασμό θα πρέπει το Ca να διαπεράσει άμεσα τον καρπό και τα σταγονίδια του ψεκαστικού να εφαρμόζονται κύρια στον καρπό. Κατά τον ψεκασμό το Ca εισέρχεται πρωταρχικά μέσω των φακιδίων (Betts and Bramlage, 1977). Η ανάπτυξη σχισμών στην κηρώδη επιδερμίδα του κατά τα τελευταία στάδια της αυξητικής περιόδου του καρπού παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόσληψη Ca από τον καρπό, αφού σχισμές στην επιδερμίδα μπορούν να αποτελέσουν είσοδο ιδίως σε καρπούς που συγκομίζονται αργά (Clements, 1935).

Στους ψεκασμούς Ca κύρια χρησιμοποιούνται σκευάσματα χλωριούχου ασβεστίου το οποίο όμως σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να προκαλέσει κάψιμο του φύλλου και ζημιά στον καρπό. Επίσης, έχει μικρή συνδυαστικότητα με άλλα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα. Το νιτρικό ασβέστιο επίσης χρησιμοποιείται αλλά είναι πιο πιθανό να προκαλέσει ζημιά στους καρπούς από ότι το χλωριούχο ασβέστιο.

Το CaCl_2 δεν πρέπει να εφαρμόζεται με συνθήκες ξηρασίας ή σε θερμοκρασίες άνω των 26-29 °C. Πέντε με οκτώ εφαρμογές CaCl_2 περιοδικά από αρχές Ιουνίου (Μάιο για τις ελληνικές συνθήκες) μέχρι Αύγουστο μπορεί να μειώσουν σημαντικά τον κίνδυνο ανάπτυξης πικρής κηλίδωσης.

Η πρόσληψη Ca είναι ταχεία και γραμμική στις αρχές της καλλιεργητικής περιόδου και μειώνεται σταδιακά μέχρι τη συγκομιδή (Cline, 2006).

1.5. Σχέση βλάστησης και καρποφορίας

Τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης που αποθηκεύονται στους φυτικούς ιστούς είναι κυρίως υδατάνθρακες, λιπίδια και πρωτεΐνες. Οι αποθηκευτικοί χώροι είναι το χυμοτόπιο των κυττάρων και κύρια τα παρεγχυματικά κύτταρα των βλαστών (του νέου και παλαιού ξύλου) και των ριζών και οι καρποί. Οι υδατάνθρακες αποτελούν τη βασικότερη αποθηκεύσιμη μορφή προϊόντων φωτοσύνθεσης. Τα φύλλα μέσω της φωτοσύνθεσης παράγουν υδατάνθρακες και άλλες ουσίες για αποθήκευση στα ίδια και στα υπόλοιπα μέρη του φυτού. Οι ρίζες είναι το κύριο αποθηκευτικό όργανο εναπόθεσης των υδατανθράκων το φθινόπωρο για τα φυλλοβόλα δέντρα. Όταν τα φύλλα γηράσκουν ένα τμήμα των αποθηκευμένων ουσιών επαναδιαλυτοποιούνται και αποθηκεύονται στους βλαστούς και τις ρίζες. Έτσι το 48% των παραγομένων υδατανθράκων κατευθύνεται προς το ξύλο (νέο, παλιό) και τις ρίζες, το 33% των υδατανθράκων απομακρύνεται με τους καρπούς, και το 19% χάνεται με την πτώση των φύλλων στο έδαφος (Forshey et al., 1986).

Συνεπώς στο τέλος του Θέρους και το Φθινόπωρο παρατηρείται σε βλαστούς και ρίζες αύξηση της συγκέντρωσης υδατανθράκων, το Χειμώνα μικρή μείωση αυτής και την Άνοιξη που αρχίζει η νέα βλάστηση και η ανάπτυξη των καρπών μεγάλη μείωση συγκέντρωσης υδατανθράκων.

Νωρίς το θέρος όταν ολοκληρωθεί η ανάπτυξη των φύλλων έχουμε συσσώρευση αζώτου (N) στα φύλλα και βλαστούς. Με την ολοκλήρωση της βλαστικής ανάπτυξης του δένδρου, τόσο το διαλυτό N, όσο και μετά από διαλυτοποίηση αυτό που βρίσκεται με τη μορφή των πρωτεϊνών και ενζύμων, αυξάνεται βαθμιαία και μεγιστοποιείται όταν τα φύλλα μπαίνουν στη φάση της γήρανσης. Κατά τη διάρκεια του Φθινοπώρου, συνεχίζεται η συσσώρευση του στους βλαστούς και τις ρίζες. Περισσότερο από το 50% του ολικού απορροφηθέντος N από το δένδρο περιέχεται στα φύλλα, το 75-80% του οποίου επαναδιακινείται προς τους βλαστούς πριν την αποκοπή και πτώση των φύλλων το φθινόπωρο. Το άζωτο που απαιτείται για την αύξηση της Ανοίξεως προέρχεται κυρίως από τα αποθέματα που έχουν αποθηκευτεί κατά την περίοδο της προηγούμενης χρονιάς (Tromp, 1979). Η μεγαλύτερη ποσότητα του αζώτου βρίσκεται στο φλοιό των βλαστών πλησίον των αναπτυσσόμενων οφθαλμών. Τα λιπίδια είναι σημαντικές αποταμιευτικές ουσίες σε ορισμένα είδη και βρίσκονται κυρίως σε οφθαλμούς και καρπούς. Η συγκέντρωση τους αυξάνεται το Φθινόπωρο και μειώνεται την Άνοιξη. Στη μηλιά, τα φύλλα των αιχμών παρά το μικρό τους μέγεθος, συμβάλλουν κατά πολύ στη δημιουργία των ανθέων και την καρπόδεση, ενώ η ανθοφορία προηγείται της βλαστικής ανάπτυξης, αλλά έχει προηγηθεί της άνθιση η δημιουργία των φύλλων της αιχμής.

Ανάλογα με τη ζωηρότητα του δένδρου, το φορτίο σε καρπούς, την ποικιλία, το υποκείμενο και τις καιρικές συνθήκες, ο χρόνος δημιουργίας βλαστών από τους κορυφαίους οφθαλμούς ποικίλλει. Με εξαίρεση τα δένδρα που βρίσκονται σε προσωρινές συνθήκες καταπόνησης υπάρχει ένα διάστημα κατά το οποίο παρατηρείται μεγάλη ανάπτυξη βλαστών την Άνοιξη και μπορεί να έχουν μια δεύτερη περίοδο ταχείας ανάπτυξης μετά τα μέσα καλοκαιριού (Grierson et al., 1982). Η

μείωση της βλάστησης (με την αφαίρεση των «λαίμαργων βλαστών») συνήθως επιφέρει μείωση της σκίασης και βελτίωση του φωτισμού στο σύνολο της κόμης με αποτέλεσμα να γίνει πιο λειτουργική και ωφέλιμη η εναπομείνασα βλάστηση. Τα νεαρά φύλλα και οι μεριστωματικές περιοχές που αναπτύσσονται ταχέως είναι τα κύρια σημεία παραγωγής αυξινών και γιββερελινών (Jones and Phillips, 1966; Ljung et al., 2005) οι οποίες θεωρείται ότι διαχέονται κατά μήκος του βλαστού και παρεμποδίζουν το σχηματισμό και τη διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών, γεγονός που εντείνεται στις ζωνηρές ποικιλίες λόγω της παρατεταμένης βλαστικής ανάπτυξης.

Το σύνολο σχεδόν της κόμης των δένδρων από το στάδιο της πράσινης κορυφής μέχρι και την πλήρη άνθιση, αποτελείται από φύλλα αιχμών. Κατά την πλήρη άνθιση έχει εκπτυχθεί περίπου το 20% της ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας του δέντρου. Για περίπου έναν ακόμη μήνα μετά την άνθιση η φυλλική επιφάνεια στις αιχμές συνεχίζει να αυξάνεται ενώ μερικά φύλλα αιχμών αναπτύσσονται (Forshey et al., 1986).

Η βλαστική ανάπτυξη αυξάνεται ραγδαία και ολοκληρώνεται τέσσερις εβδομάδες μετά την άνθιση, οπότε και επιτυγχάνεται η ολοκλήρωση του συνόλου της φυλλικής επιφάνειας και κόμης του δέντρου (Forshey et al., 1986).

Στα μέσα του θέρους περίπου 3-6 εβδομάδες μετά την πλήρη άνθιση και αφού σταματήσει η βλαστική ανάπτυξη, ξεκινά η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών στις κορυφές λεπτοκλαδίων και στις αιχμές ή μπορεί να καθυστερήσει αν τα δέντρα έχουν μεγάλο φορτίο ή αν είναι αρκετά ζωνηρά. Δηλαδή από την πλήρη άνθιση μέχρι την πρώτη πτώση των καρπιδίων (Ιούνιο) είναι μια περίοδος ισχυρού ανταγωνισμού για την καρπόδεση, τη βλαστική ανάπτυξη αλλά και τη διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών της επόμενης χρονιάς. Σε πάρα πολλά φυτά η καρποφορία προκαλεί καταστολή της βλαστικής ανάπτυξης διότι η ανάπτυξη των καρπιδίων απαιτεί κατανάλωση υδατανθράκων, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων προέρχεται από φύλλα που βρίσκονται κοντά σε αυτούς. Αυτή την περίοδο σχεδόν όλοι οι υδατάνθρακες που χρειάζονται οι καρποί προέρχονται από τα φύλλα αιχμής (Hansen, 1980). Στη συνέχεια μετά τα μέσα του θέρους η ύπαρξη καρπών μειώνει το μέγεθος των φύλλων αφού τα φύλλα των ετήσιων βλαστών προσφέρουν περισσότερο στους καρπούς από τα φύλλα των αιχμών, αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται και η παραγωγικότητά τους με παραγωγή ξηράς ουσίας κύρια για τους καρπούς (Hansen, 1980).

Στη μηλιά η καρποφορούσα αιχμή θα πρέπει να φέρει υγιή και λειτουργικά φύλλα, τα οποία να φωτίζονται επαρκώς, για να παρέχονται στον καρπό θρεπτικά συστατικά μέχρι και τον Σεπτέμβριο. Τα μήλα απαιτούν για την ανάπτυξη τους περίπου 80- 200 ημέρες από την άνθιση μέχρι την ωρίμανση ανάλογα με την ποικιλία, την καλλιεργητική τεχνική και τις καιρικές συνθήκες. Καθώς τα μήλα ωριμάζουν και οδηγούνται στη συγκομιδή, συμβαίνουν σημαντικές αλλαγές στη φυσιολογία των φύλλων ως αντίδραση στη μείωση της θερμοκρασίας και της διάρκειας της ημέρας

οι οποίες συντελούνται από το καλοκαίρι στο φθινόπωρο. Ενάμισι μήνα πριν την πτώση των φύλλων σχηματίζονται οι αποθηκευτικοί υδατάνθρακες οι οποίοι αποθησαυρίζονται κύρια στο ριζικό σύστημα.

Συμπερασματικά λοιπόν σε χρονιά υπέρμετρης καρποφορίας, το υψηλό φορτίο καρπών αποτελεί έναν ισχυρά ανταγωνιστικό καταναλωτή, με υψηλές απαιτήσεις σε φωτοσυνθετικά προϊόντα. Έτσι, την περίοδο διαφοροποίησης των οφθαλμών σε ανθοφόρους (κυρίως τον Ιούνιο αλλά και αργότερα μέσα στο θέρος), αν τα αποθέματα υδατανθράκων δεν είναι επαρκή, και δεδομένης της δράσης των φυτο-ορμονών, το ποσοστό των ανθέων και κατ' επέκταση των καρπών της επόμενης καλλιεργητικής χρονιάς θα είναι σημαντικά περιορισμένο (Νάνος, 2015). Συνεπώς, η ορθή διαχείριση παραγωγής και βλάστησης συνήθως οδηγεί σε μία πιο ισορροπημένη καρποφορία και παραγωγή από χρονιά σε χρονιά.

1.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού

1.6.1. Βάρος και μέγεθος καρπού

Το βάρος και το τελικό μέγεθος του καρπού, επηρεάζεται από γενετικούς παράγοντες, από την ποικιλία σε μεγάλο βαθμό και από πολλούς άλλους παράγοντες. Τις πρώτες δύο έως έξι εβδομάδες μετά τη λήξη της πλήρους άνθισης λαμβάνουν χώρα κυτταροδιαιρέσεις οι οποίες συνιστούν την αρχική διαδικασία ανάπτυξης του καρπού στη μηλιά και σε άλλα οπωροφόρα. Ακολουθεί διόγκωση των υπάρχοντων κυττάρων, η οποία μέχρι τη συγκομιδή του καρπού διαμορφώνει το τελικό μέγεθος αυτού.

Συνεπώς οι κλιματολογικές συνθήκες καθώς και η εφαρμοζόμενη καλλιεργητική τεχνική με τις πρακτικές της δρουν καταλυτικά κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος στο τελικό μέγεθος του καρπού και γενικά στην παραγωγή (Νάνος, 2015). Το τελικό μέγεθος και βάρος του καρπού επηρεάζεται σε μέγιστο βαθμό από το υδατικό δυναμικό των δένδρων. Η καλή υδατική κατάσταση των δένδρων και οι υψηλότερες θερμοκρασίες στο αρχικό στάδιο των κυτταροδιαιρέσεων δύνανται να προκαλέσουν ταχύτερη ανάπτυξη του καρπού και συνεπώς μεγαλύτερο τελικό μέγεθος (Corelli-Grappadelli and Lakso, 2004). Πιο συγκεκριμένα η υδατική καταπόνηση τόσο στους καρπούς- καταναλωτές όσο και στα φύλλα-παραγωγούς παρεμποδίζει σε μεγάλο βαθμό τη συσσώρευση ξηράς ουσίας στους καρπούς- καταναλωτές.

Η διαμόρφωση του τελικού μεγέθους και βάρους των καρπών επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό και από την επάρκεια σε ανόργανα και οργανικά θρεπτικά συστατικά κατά τη διάρκεια ανάπτυξής τους. Σχέσεις των ανόργανων θρεπτικών όπως το K και Ca με την ανάπτυξη του καρπού και την παραγωγή του μηλεώνα έχουν περιγραφεί ανωτέρω.

Επίσης η εφαρμογή καλλιεργητικών πρακτικών που θα επιφέρουν μείωση της σκίασης θα έχουν θετική επίδραση στο τελικό μέγεθος καρπού. Το ProCa, ένας αναστολέας της βιοσύνθεσης της γιββεριλλίνης, χρησιμοποιείται επιτυχώς σε οπωροφόρα δέντρα για τον έλεγχο της ανάπτυξης και τη βελτίωση της ποιότητας των φρούτων (Elfving et al., 1991).

Τέλος, η εφαρμογή της δακτυλίωσης δύναται να βελτιώσει το μέγεθος του καρπού έως τη συγκομιδή και δρα θετικά στον περιορισμό της βλάστησης προς όφελος της καρποφορίας. Η ανωτέρω καλλιεργητική τεχνική όταν εφαρμόζεται σε βραχίονες μηλιάς επιφέρει μεγαλύτερη περιεκτικότητα των καρπών σε ξηρά ουσία (% Ξ.Ο) σε σχέση με τους μη δακτυλιωμένους βραχίονες (Schechter et al., 1994). Οι Elfving et al. (1991) διαπίστωσαν πως το μέγεθος των καρπών δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή δακτυλίωσης. Επίσης, η εφαρμογή της μπορεί να μεταβάλλει τη σχέση μεταξύ ‘παραγωγών’ και ‘καταναλωτών’ και να κατευθύνει τα θρεπτικά συστατικά στους εναπομείναντες καρπούς, συμβάλλοντας σημαντικά στην αύξηση του μεγέθους τους εις βάρος της θρέψης των ριζών.

1.6.2. Επίχρωμα (ή χρωματισμός καρπού)

Αρχικά πρέπει να τονίσουμε πως το επίχρωμα του καρπού είναι χαρακτηριστικό του είδους και της ποικιλίας και επηρεάζεται από το στάδιο ωριμότητας και τις κλιματικές συνθήκες όπως θερμοκρασία και ηλιοφάνεια. Ο χρωματισμός του φλοιού είναι ένα στοιχείο που προσελκύει τον καταναλωτή και στα περισσότερα είδη καρπών χρησιμοποιείται ως κριτήριο ωριμότητας αυτών.

Το χρώμα των φρούτων παίζει σημαντικό ρόλο στις διεθνείς αγορές. Η προτίμηση γενικά δίνεται στα έγχρωμα μήλα και αυτά ταξινομούνται βάσει ποσοστού της επιφάνειας του φλοιού ή της έντασης του κόκκινου στον φλοιό (Reay, 1999; Kevany et al., 2003).

Το κόκκινο επίχρωμα του φλοιού των μήλων οφείλεται στις ανθοκυάνες, αντιοξειδωτικές ενώσεις που ανήκουν στην ομάδα των φλαβονοειδών. Η περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες δύναται να αυξηθεί έως και πέντε φορές σε σχέση με την αρχική κατά την ωρίμανση, ενώ η χλωροφύλλη των καρπών αποικοδομείται. Ο κόκκινος χρωματισμός επηρεάζεται σημαντικά από την εκάστοτε ποικιλία, μιας και ορισμένες ποικιλίες στερούνται της ικανότητας να συνθέτουν υψηλές ποσότητες ανθοκυανών, όπως οι Golden Delicious και Granny Smith. Επιπλέον, η συγκέντρωση σε ανθοκυάνες μπορεί να επηρεαστεί και από βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα από την υδατική καταπόνηση και την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, τα θρεπτικά συστατικά (N, K), και τα επίπεδα σακχαρώξης στους φυτικούς ιστούς (Dixon and Paiva, 1995; Chalker Scott, 1999). Οι ανθοκυάνες συσσωρεύονται και το κόκκινο χρώμα αναπτύσσεται στο μέγιστο κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του μήλου (Saure, 1990). Φως και θερμοκρασία είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την έκταση και την ένταση της ανάπτυξης κόκκινου χρώματος στα έγχρωμα μήλα

(Saure, 1990). Οι ανθοκυάνες παράγονται πιο έντονα σε χαμηλές θερμοκρασίες (<10 °C) και η σύνθεση τους λαμβάνει χώρα σε ήπιες θερμοκρασίες (20-27 °C) σύμφωνα με αναφορές των Saure (1990) και Reay (1999).

Επιπλέον, θετική επίδραση στη δημιουργία κόκκινου χρωματισμού του φλοιού επιφέρει ο επαρκής φωτισμός των μήλων, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των δύο ή τριών εβδομάδων πριν τη συγκομιδή.

Αρα, καλλιεργητικές τεχνικές οι οποίες μπορούν να μειώσουν τη σκίαση και να βελτιώσουν το φωτισμό, όπως είναι η δακτυλίωση ή η εφαρμογή ProCa οδηγούν στη δημιουργία καρπών με εντονότερο κόκκινο χρωματισμό (Marini, 2017).

Η εφαρμογή των θρεπτικών στοιχείων αζώτου (N) και καλίου (K) φαίνεται να επηρεάζει την ανάπτυξη του κόκκινου επιχρώματος των μήλων. Στην ποικιλία μήλων Fuji, εφαρμογή N προκάλεσε μείωση στο κόκκινο επίχρωμα των καρπών, ενώ αντιθέτως, εφαρμογή K βελτίωσε την ανάπτυξη κόκκινου χρωματισμού στους καρπούς (Nava et al., 2007).

Τέλος έχει αναφερθεί πως ο αριθμός των καρπών ανά καρποφόρα αιχμή και το συνολικό παραγωγικό φορτίο αποτελεί έναν ακόμα σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει το χρωματισμό και τα συνολικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Οι Delong et al. (2006) αναφέρουν πως ο χρωματισμός των μήλων μειώθηκε σημαντικά, καθώς αυξήθηκε ο αριθμός των καρπών στο δένδρο. Οι καρποί αποκτούν μειωμένο επίχρωμα λόγω του ανταγωνισμού τους για την πρόσληψη συστατικών απαραίτητων για το χρωματισμό, καθώς και λόγω της αλληλοσκίασης μεταξύ τους, αν κατά το αραίωμα δεν αφαιρεθεί το κατάλληλο φορτίο επί του δένδρου (Robinson and Watkins, 2003).

1.6.3. Μωλωπισμός (καστάνωση σάρκας)

Η καστάνωση της σάρκας είναι ένας από τους παράγοντες που περιορίζουν τη διάρκεια ζωής των νωπών καρπών στο ράφι. Τα φορτία δύναμης τα οποία επιδρούν στα μήλα, από τη στιγμή που συγκομιστούν από το δένδρο μέχρι να φτάσουν στους καταναλωτές, μπορεί να επηρεάσουν την υφή και ακεραιότητα τους και να προκαλέσουν μωλωπισμούς και καστάνωση στη σάρκα τους. Η καστάνωση και ο μεταχρωματισμός που προκύπτει οφείλεται στη δράση μιας ομάδας τριάντα οκτώ (38) ενζύμων του κυτοπλάσματος που ονομάζονται πολυφαινολοξειδάσες. Όταν ένας καρπός υποστεί ένα μηχανικό τραύμα, οι μεμβράνες των κυττάρων του τραυματίζονται, με αποτέλεσμα τη διακοπή της συνοχής και του διαχωρισμού των υγρών συστατικών του και την ανάμειξη ενζύμων του κυτοπλάσματος με άχρωμες φαινολικές ενώσεις του χυμοτοπίου. Στη συνέχεια και με την παρουσία οξυγόνου οι ανωτέρω ενώσεις πολυμερίζονται και αναπτύσσεται καστανός χρωματισμός (Lewis et al., 2008). Οι συνέπειες της καστάνωσης δεν περιορίζονται στο μεταχρωματισμό, αλλά μπορεί να δημιουργηθούν και ανεπιθύμητες ουσίες οι οποίες θα οδηγήσουν σε απώλεια θρεπτικών

συστατικών. Τα μήλα της ποικιλίας Φιρίκι έχουν μεγάλη ευαισθησία στους μωλωπισμούς οι οποίοι προκαλούν καστάνωση, κυρίως λόγω του λευκού χρώματος της σάρκας, της υψηλής δραστηριότητας των ενζύμων της πολυφαινολοξειδάσης και της υψηλής συγκέντρωσης φαιολικών. Η ανωτέρω συγκέντρωση σε φαιολικά (ως αντιοξειδωτικά) των φιρικιών τους δίνει ιδιαίτερα υψηλή διατροφική αξία, ωστόσο τα καθιστά επιρρεπή στην καστάνωση λόγω μωλωπισμών (Nanos et al., 2021).

Μεταχειρίσεις και εφαρμογές στον αγρό πριν τη συγκομιδή μπορεί να βελτιώσουν την αντοχή των καρπών στην καστάνωση προάγοντας τη συνεκτικότητα και την εν γένει αντοχή τους στις μηχανικές καταπονήσεις. Ψεκασμοί με ασβέστιο και πυρίτιο, δύνανται να βελτιώσουν τη συνεκτικότητα των καρπών και να προάγουν την εν γένει αντοχή τους σε μηχανικές καταπονήσεις. Επομένως, επαρκής εφοδιασμός των καρπών με αυτά τα στοιχεία πιθανώς να βελτιώσει την αντοχή τους στους μωλωπισμούς (Franck et al., 2007).

1.6.4. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

1.6.4.1. Μεστότητα ή Σκληρότητα σάρκας

Η μεστότητα ή σκληρότητα (ή συνεκτικότητα) σάρκας είναι μια σημαντική ποιοτική παράμετρος της σάρκας των μήλων η οποία λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στον καθορισμό του χρόνου συγκομιδής, ενώ ταυτόχρονα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη μετασυλλεκτική ποιότητα και συντηρησιμότητά τους, αλλά και την αποδοχή από τους καταναλωτές (Castro et al., 2007). Μαλακοί καρποί δεν δύνανται να μετακινηθούν σε μεγάλες αποστάσεις και κατά τη μεταφορά τους καταρρέουν. Για αυτό το λόγο επιβάλλεται η συγκομιδή των καρπών να γίνεται όταν οι καρποί έχουν υψηλό ποσοστό % ξηράς ουσίας και συνεκτική σάρκα. Η συνεκτικότητα της σάρκας επηρεάζεται από το pH (Johnston et al., 2002) και το περιεχόμενο σε ξηρά ουσία. Καρποί με υψηλό ποσοστό ξηράς ουσίας είναι πιο συνεκτικοί και μεστοί (Saei et al., 2011). Η επιρροή του μεγέθους στη σκληρότητα του καρπού είναι ασαφής. Το μαλάκωμα των καρπών οφείλεται στην αποδόμηση του κυτταρικού τοιχώματος και στην ενζυμική χαλάρωση των δεσμών μεταξύ των κυττάρων η οποία παρατηρείται κατά την ωρίμανση τους οπότε έχουμε μείωση των δεσμών επαφής μεταξύ των γειτονικών κυττάρων (Johnston et al., 2002).

Η διατήρηση της κυτταρικής συνοχής οφείλεται κατά κύριο λόγο στα πολυμερή των πηκτινών που αποτελούν το βασικό συστατικό της μέσης πλάκας (Wakabayashi, 2000). Η αυξημένη περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτές πηκτίνες, τα μειωμένα κατάλοιπα γαλακτόζης και αραβινόζης συνδυαζόμενα με έναν ελαφρύ αποπολυμερισμό των πηκτινικών μορίων που προκαλείται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης οδηγούν στο μαλάκωμα των μήλων (Knee, 1973; Yoshioka et al., 1992).

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι έχουν βρεθεί σε ώριμα μήλα ένζυμα που τροποποιούν το κυτταρικό τοίχωμα και προκαλούν το μαλάκωμα της σάρκας. Το κυριότερο από αυτά τα ένζυμα και το οποίο θεωρείται υπεύθυνο για τη διαλυτοποίηση της πηκτίνης και κατ' επέκταση το μαλάκωμα στα περισσότερα φρούτα είναι η πολυγαλακτουρονάση (Atkinson et al., 1998).

Η σταθεροποίηση του κυτταρικού τοιχώματος επιτυγχάνεται μέσω της αντίδρασης των ιόντων ασβεστίου με τα φωσφορολιπίδια, καθώς και διαμέσου της σύνδεσης αυτών με τις αρνητικά φορτισμένες καρβοξυλικές ομάδες των πηκτινών της μέσης πλάκας. Το ασβέστιο λειτουργεί σαν γέφυρα που σφίγγει το δίκτυο των κυτταρικών τοιχωμάτων και των μεμβρανών και έτσι προσδίδει σταθερότητα στους φυτικούς ιστούς (Hepler, 2005).

Το μαλάκωμα των καρπών οφείλεται κατά κύριο λόγο στην απώλεια ιόντων Ca από την πλούσια σε πηκτίνη μέση πλάκα και ο εφοδιασμός των καρπών με ασβέστιο μπορεί να αναστρέψει ή καθυστερήσει μερικώς το φαινόμενο (Stow, 1993). Αρκετά προϊόντα ασβεστίου έχουν προταθεί και χρησιμοποιούνται στη βελτίωση της ικανότητας συντήρησης πολλών ειδών φρούτων (Poonaiah et al., 1988).

Καρποί μήλων που δέχθηκαν μεταχείριση ασβεστίου είχαν μεγαλύτερη σκληρότητα σάρκας μετά από συντήρηση σε σχέση με μη μεταχειρισμένους καρπούς (Watkins et al., 1989).

Επιπλέον η συνεκτικότητα και η συντήρηση των καρπών μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή πυριτίου το οποίο ενισχύει τη μηχανική αντοχή. Το πυρίτιο αποθηκεύεται με τη μορφή πηκτώματος πυριτίου στους φυτικούς ιστούς, ως συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων ή εντός και μεταξύ των κυττάρων (Canny, 2006).

1.6.4.2. Γλυκύτητα (ΔΣΣ/Οξύτητα)

Η οξύτητα των φρούτων και η περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα επηρεάζουν σημαντικά τη γεύση και την ποιότητα των καρπών. Μια ποικιλία μήλου για να είναι εμπορικά επιτυχημένη θα πρέπει να έχει κατάλληλο επίπεδο οξύτητας και σακχάρων και μια σωστή ισορροπία μεταξύ τους (Wang and Brown, 2011). Τα μήλα περιέχουν πολλά συστατικά που είναι ευεργετικά για τον άνθρωπο, όπως σάκχαρα, αλκοόλες σακχάρου, οργανικά οξέα, αμινοξέα και φαινολικές ενώσεις. Αυτοί οι πρωτογενείς και δευτερογενείς μεταβολίτες καθορίζουν την ποιότητα των φρούτων και του μήλου. Η χαρακτηριστική γεύση κάθε ποικιλίας μήλου δημιουργείται από ένα συνδυασμό οξέων, σακχάρων και αρωματικών ενώσεων. Η ποιότητα ενός μήλου φαίνεται να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ισορροπία μεταξύ σακχάρων και οργανικών οξέων (Visser et al., 1968). Τα πιο σημαντικά συστατικά γεύσης στο μήλο είναι σάκχαρα, όπως γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη, και οργανικά οξέα, όπως μηλικό και κιτρικό οξύ (Ackermann et al., 1992, Del Campo et al., 2005).

Περίπου το 50% των σακχάρων στα μήλα αποτελείται από φρουκτόζη, η οποία προσδίδει έντονη γλυκύτητα στον καρπό (Brown and Harvey, 1971).

Η φρουκτόζη και η σακχαρόζη ήταν τα κύρια διαλυτά σάκχαρα, ενώ η σορβιτόλη είναι το κυριότερο αλκοολούχο σάκχαρο σε διάφορες ποικιλίες μήλων (Hecke et al., 2006; Petkovsek et al., 2007; Teo et al., 2006).

Στα μήλα ‘καταναλωτές’ (sink), η σορβιτόλη μετατρέπεται σε φρουκτόζη μέσω του ενζύμου αφυδρογονάση, ενώ η σακχαρόζη μεταβολίζεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη μέσω των ενζύμων ινβεργτάση και συνθάση (Teo et al., 2006; Zhou et al., 2006). Καθώς τα μήλα ωριμάζουν, η αύξηση της συγκέντρωσης φρουκτόζης αντιστοιχεί με τη μείωση της συγκέντρωσης της σορβιτόλης. Η συσσώρευση σακχαρόζης σε όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φρούτων προέρχεται από τη σακχαρόζη που μεταφέρθηκε από τα φύλλα (‘παραγωγοί’ source) και από την πρόσφατα συντεθείσα σακχαρόζη (Berüter, 2004).

Το μηλικό οξύ είναι το χαρακτηριστικό και σημαντικότερο οργανικό οξύ στα ώριμα φρούτα μήλου, κυρίως υπεύθυνο για την όξινη γεύση του, ενώ μεγαλύτερη συγκέντρωση αυτού συνδυαζόμενη με αρκετά υψηλότερα σάκχαρα, προσδίνουν εντονότερη (δροσερή, ‘γεμάτη’) γεύση στον καρπό (Hecke et al., 2006). Η συγκέντρωση του στα ώριμα μήλα κυμαίνεται από 4,1 έως 7,58 mg/mL.

Το μηλικό οξύ παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του pH του χυμού στα μήλα. Η «γλυκύτητα» φαίνεται να καθορίζεται σχεδόν αποκλειστικά από το pH, και η περιεκτικότητα σε σάκχαρα να παίζει μικρό ρόλο.

1.7. Διατροφικά χαρακτηριστικά καρπού - Αντιοξειδωτικές ουσίες

Ως βιολογικός αντιοξειδωτική δύναμη ή ικανότητα ορίζεται το σύνολο των αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχει ένα είδος φυτικού προϊόντος ή τροφίμου οι οποίες δρουν προστατευτικά στα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού από την οξείδωση. Επίσης, κάθε ουσία η οποία σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις ελαχιστοποιεί ή μηδενίζει την οξείδωση μιας άλλης ουσίας η οποία είναι ευαίσθητη στην οξείδωση ορίζεται ως βιολογική αντιοξειδωτική ουσία (Halliwell, 1993). Η συγκέντρωση αυτής της αντιοξειδωτικής ουσίας είναι πολύ χαμηλότερη από εκείνη της ουσίας που οξειδώνεται. Η κυριότερη δράση των αντιοξειδωτικών ουσιών είναι η αδρανοποίηση των ελεύθερων ριζών πριν αυτές προκαλέσουν ζημιές στα κύτταρα. Ελεύθερες ρίζες είναι κάθε άτομο ή μόριο τα οποία διαθέτουν ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στοιβάδα.

Η εξωτερική εφαρμογή αντιοξειδωτικών σε φυτικούς οργανισμούς έχει επηρεάσει θετικά την αντιμετώπιση καταπονήσεων από αυτούς. Επομένως η προστασία του ανθρώπινου οργανισμού από

τις επιβλαβείς επιπτώσεις των ελεύθερων ριζών προσδιορίζεται κυρίως από την αντιοξειδωτική δύναμη των τροφών και των φυτικών εκχυλισμάτων.

Οι σημαντικότερες αντιοξειδωτικές ουσίες στα φυτά είναι:

1) το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) ($C_6H_8O_6$), ουσία υδατοδιαλυτή με ισχυρή αντιοξειδωτική δράση στους μεσοκυττάριους χώρους αλλά και εντός των κυττάρων, η οποία όταν χάνει υδρογόνα μετατρέπεται σε αφυδρογονομένο ασκορβικό οξύ (DHAA). Ο εύκολος τρόπος οξείδωσης του προκαλεί επιβράδυνση της διαδικασίας οξείδωσης των τροφίμων από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Η αντιοξειδωτική του δράση είναι εμφανής στις φρεσκοκομμένες επιφάνειες φρούτων και λαχανικών οι οποίες μαυρίζουν.

2) η γλουταθειόνη, ένα τριπεπτίδιο στην ανοιγμένη του μορφή (GSH) που αποτελείται από γλουταμικό οξύ, κυστεΐνη και γλυκίνη, απαντάται στο κυτόπλασμα των κυττάρων και αποτελεί την κύρια αντιοξειδωτική ουσία των κυττάρων.

3) η λιπόφιλη τοκοφερόλη (βιταμίνη E) που δρα προστατευτικά στις μεμβράνες.

4) το β-καροτένιο και άλλα καροτενοειδή (βιταμίνη A), επίσης λιποδιαλυτά συστατικά

5) το ουρικό οξύ, προερχόμενο από το μεταβολισμό των πουρινών, υδατοδιαλυτό προϊόν το οποίο προστατεύει από την οξειδωτική δράση του υπεροξειδικού νιτρικού οξειδίου (ONOO) και

6) οι πολυφαινόλες και ειδικότερα τα φλαβονοειδή.

Είναι τέλος σημαντικό να αναφερθεί ότι το κιτρικό οξύ ($C_6H_8O_7$) είναι ένα οξύ πολύ διαδεδομένο στο φυτικό βασίλειο το οποίο δεν μπορεί να λειτουργήσει από μόνο του ως φυσικό αντιοξειδωτικό, αλλά δρα βοηθητικά σε πολλές αντιοξειδωτικές ουσίες. Αποτελεί ένα εξαιρετικό φυσικό συντηρητικό που δρα ως ρυθμιστής οξύτητας και αρώματος.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες το 22% των φαινολικών ενώσεων που προσλαμβάνουν ετησίως οι κάτοικοι προέρχεται από την κατανάλωση των μήλων, καθιστώντας τα τη μεγαλύτερη πηγή αντιοξειδωτικών (Vinson et al., 2001).

1.7.1. Πολυφαινόλες - φαινολικά καρπού

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια για τα ιδιαίτερα συστατικά των οπωροκηπευτικών, τις φαινόλες και τις ανθοκυανίνες, που είναι ουσίες με έντονη και σημαντική αντιοξειδωτική δράση που βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες σε ορισμένα φυτικά προϊόντα (Lopes et al., 1999).

Όπως προαναφέρθηκε τα γιγαρτόκαρπα (μήλα και αχλάδια) είναι μια καλή πηγή φαινολικών ενώσεων (Eberhardt et al., 2000). Οι πολυφαινολικές ομάδες που βρίσκονται σε διάφορες ποικιλίες μήλων είναι τα υδροξυκιναμικά οξέα, οι φλαβάνες, ανθοκυανίνες, λαβονόλες, το χλωρογενικό οξύ, η επικατεχίνη, προκυανιδίνη B2, φλωρετίνη και κουερσετίνη και οι διϋδροχαλκόνες, ενώ οι

συνηθέστερες φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στα αχλάδια είναι τα φαινολικά οξέα, οι φλαβονολικές, φλαβάνες και ανθοκυανίνες (Burda et al., 1990). Το περιεχόμενο των φαινολικών ενώσεων στα φυτά ποικίλλει ανάλογα με το είδος, την ποικιλία, το εξεταζόμενο όργανο, το φυσιολογικό στάδιο και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (Scalbert and Williamson, 2000).

Η περιεκτικότητα σε φαινολικά των μήλων κυμαίνεται μεταξύ 140 έως 447 mg/100 g φρέσκου καρπού ανάλογα με την ποικιλία μήλου. Οι Claire Kevers et al. (2011) βρήκαν πως διάφορες ποικιλίες μήλου είχαν υψηλότερο περιεχόμενο φαινολικών και φλαβονοειδών και γενικά αντιοξειδωτικών στο φλοιό από τη σάρκα των μήλων. Η 4 έως 15 φορές μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση του φλοιού μπορεί να οφείλεται στην παρουσία ανθοκυανινών όπως η φλοριδίνη και η κουερκετίνη (Lata et al., 2009), ωστόσο, επειδή η φλούδα αντιπροσωπεύει μόνο ένα μικρό ποσοστό του συνολικού βάρους των καρπών (6 - 8%), η συνεισφορά του είναι πιθανώς περιορισμένη.

1.8. Δακτυλίωση/ Girdling

Μια από τις σημαντικότερες μεθόδους μείωσης της βλάβης προς όφελος της καρποφορίας είναι η δακτυλίωση επί του κορμού ή των βραχιόνων ενός δένδρου. Ουσιαστικά πρόκειται για αφαίρεση ενός δακτυλίου τμήματος φλοιού του δένδρου περιμετρικά που εκτείνεται σε βάθος μέχρι πριν τα μεριστωματικά κύτταρα του καμβίου. Με αυτό τον τρόπο παρεμποδίζεται η μεταφορά μέσω φλοιώματος, των φωτοσυνθετικών προϊόντων που παράγονται στα φύλλα, προς το κάτω μέρος του δένδρου και ειδικότερα προς τις ρίζες. Με την ενέργεια αυτή οι υδατάνθρακες συσσωρεύονται στην περιοχή επάνω από το σημείο της δακτυλίωσης, ενώ τα μέρη του φυτού που βρίσκονται κάτω από το σημείο αυτό και κυρίως οι ρίζες υποφέρουν από παροδική έλλειψη υδατανθράκων. Τα αποθέματα των φωτοσυνθετικών προϊόντων που υπάρχουν στις ρίζες από την προηγούμενη χρονιά, με την έναρξη της νέας βλάστησης του δένδρου, εξαντλούνται, ενώ για την ανάπτυξη των νέων ριζών του δένδρου και τη λειτουργία τους χρησιμοποιούνται προϊόντα της τρέχουσας φωτοσύνθεσης τα οποία μεταφέρονται μέσω του φλοιώματος προς τη ρίζα. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στο πάχος του δακτυλιδιού του φλοιού που θα αφαιρεθεί από τον κορμό, αφού, όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο αργά θα αποκατασταθεί η μεταφορά των υδατανθράκων προς τις ρίζες με αποτέλεσμα την πιθανότητα ξήρανσης του δένδρου.

Ανωθεν του σημείου της δακτυλίωσης προκαλείται στα φυτά μια σειρά φυσιολογικών μεταβολών όπως είναι η μειωμένη βλαστική ανάπτυξη, η συσσώρευση υδατανθράκων και άλλων οργανικών ουσιών, καθώς και η μείωση του ρυθμού της καθαρής φωτοσύνθεσης και τροποποίηση της ορμονικής ισορροπίας (Goldschmidt and Huber, 1992; Zhou and Quebedeaux, 2003).

Έχει αποδειχθεί ότι η δακτυλίωση μειώνει την καθαρή φωτοσύνθεση στη μηλιά με αποτέλεσμα τη μειωμένη ανάπτυξη βλαστών μέσω της μείωσης της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη

των φύλλων, την αυξημένη ξηρή ουσία των βλαστών, τη μειωμένη σκληρότητα σάρκας και την καλύτερη ποιότητα καρπού. Επίσης έχει αναφερθεί πως είναι ένας τρόπος μείωσης της καθαρής φωτοσύνθεσης και ενίσχυσης της ανθοφορίας σε πολλά είδη συμπεριλαμβανομένης και της μηλιάς (Zhou and Quebedeaux, 2003).

Η τεχνική της δακτυλίωσης ουσιαστικά είναι μια πρακτική μέθοδος για την πρόκληση τεχνητής καταπόνησης στα δένδρα (Stone, 1974; Fallahi et al., 2007) που εφαρμόζεται επιτυχώς από παλιά σε πολλά φυλλοβόλα και αειθαλή είδη δέντρων (Weinburger and Cullinan, 1932). Σε μηλιές, που υποβλήθηκαν σε δακτυλίωση 10 ημέρες μετά την πτώση των πετάλων, είχαμε αύξηση της παροχής υδατανθράκων μέχρι την ωρίμανση των φρούτων και αύξηση της σύνθεσης ανθοκυανίνης που οδήγησε στην ενίσχυση του ερυθρού χρωματισμού (Noel, 1970). Επίσης οι καρποί της χρονιάς της δακτυλίωσης είχαν υψηλότερη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών αλλά και οξύτητα και τέλος παρουσίαζαν βελτιωμένη σκληρότητα σάρκας, ενώ είχαν υψηλότερο ξηρό βάρος φρούτων (Schechter et al., 1994).

Σε αρκετές περιπτώσεις έχει αναφερθεί αυξημένη παραγωγή την επόμενη από τη δακτυλίωση χρονιά (Batjer and Westwood, 1963; Arakawa et al., 1997), αλλά και αυξημένη καρπόδεση (Batjer and Westwood, 1963; Greene and Lord, 1983).

1.9. Επιβραδυντές ανάπτυξης - διαφυλλική εφαρμογή του Prohexadione-calcium (Pro-Ca)

Εδώ και αρκετά χρόνια το Prohexadione-calcium (Pro-Ca) άρχισε να χρησιμοποιείται σε διάφορες χώρες σαν ρυθμιστής ανάπτυξης σε πολλές καλλιέργειες κυρίως για την επίδραση που έχει στη βλαστική ανάπτυξη και στο σχηματισμό των καρπών (Elfving et al., 2002; Schroder et al., 2003). Ανήκει στους παρεμποδιστές βιοσύνθεσης γιββεριλλίνης, καθώς ουσιαστικά παρεμποδίζει τη μετατροπή της αδρανούς μορφής της γιββεριλλίνης GA₂₀ σε βιολογικά ενεργή μορφή GA₁ (Graebe, 1987; Evans et al., 1999), ενώ επιπλέον παρεμβαίνει στη βιοσύνθεση του αιθυλενίου και στο μεταβολισμό των φλαβονοειδών, επηρεάζοντας έμμεσα ορισμένες διεργασίες των φυτών (Cline, 2006). Το ProCa, ως αναστολέας της βιοσύνθεσης της γιββεριλλίνης, χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς σε οπωροφόρα δέντρα για τον έλεγχο της βλαστικής ανάπτυξης και τη βελτίωση της ποιότητας των φρούτων (Greene and Lord, 1983). Τα υψηλά ποσοστά βιοσύνθεσης της γιββεριλλίνης διεγείρουν την υπερβολική βλάστηση. Οι αναστολές της βιοσύνθεσης της καθυστερούν την ανάπτυξη και βελτιώνουν την παραγωγικότητα και την απόδοση των φυτών (Rademacher and Kober, 2003).

Στη μηλιά, το Pro-Ca εφαρμόζεται διαφυλλικά και μόλις απορροφηθεί, μετακινείται, κατά κύριο λόγο, ακροπεταλικά (η βασιπεταλική κίνηση είναι ελάχιστη) στα αναπτυσσόμενα σημεία των επιμέρους βλαστών (Evans et al., 1999). Η εφαρμογή του στην καλλιέργεια της μηλιάς προκάλεσε το σχηματισμό του κορυφαίου οφθαλμού περίπου δύο εβδομάδες μετά τον ψεκασμό, ενώ ο

μεταβολισμός της δραστικής ουσίας επήλθε εντός τεσσάρων με πέντε εβδομάδων μετά το σχηματισμό του οφθαλμού (Evans et al., 1997).

Η καταλληλότερη δόση εφαρμογής των εμπορικών σκευασμάτων με δραστική ουσία το Pro-Ca για την καλλιέργεια των μήλων, κυμαίνεται γύρω στα 125 – 250 ppm, με ελάχιστο δύο εφαρμογές ανά καλλιεργητική περίοδο, ενώ η εφαρμογή του πρώτου ψεκασμού συνίσταται να γίνεται όταν το μήκος των κορυφαίων ετήσιων βλαστών κυμαίνεται περί τα 2,5 – 5 cm, πρακτικά γύρω στα τέλη της πλήρους άνθισης έως την πτώση πετάλων (Evans et al., 1999; Cline, 2006).

Οι Mata et al. (2006) αναφέρουν πως μετά από χρήση του ProCa σε δύο ψεκασμούς, ο πρώτος κατά το διάστημα της πλήρους άνθισης και ο δεύτερος 60 ημέρες μετά έδειξαν μείωση στη βλαστική ανάπτυξη σε δέντρα μηλιάς ποικιλίας Royal Gala και Fuji, ενώ τρίτος ψεκασμός 95 ημέρες από την πλήρη άνθιση δεν είχε καμία επιπλέον θετική επίδραση στη μείωση της βλάστησης. Ο Miller (2002) μετά από πειράματα στη μηλιά κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο χρόνος της αρχικής εφαρμογής του σκευάσματος ήταν περισσότερο καθοριστικής σημασίας από τη δοσολογία όσον αφορά τη μείωση της βλάστησης.

Το Pro-Ca θα μπορούσε να είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη μείωση της ανάπτυξης βλαστών των δέντρων της ποικιλίας «Φιρίκι», όπως έχει προηγουμένως αναφερθεί σε άλλες ποικιλίες μήλων (Miller, 2002; Medjdoub et al., 2005). Η μηλιά «Φιρίκι» έχει υπερβολική ανάπτυξη βλαστών, η οποία προκαλεί σκίαση κατά την ανάπτυξη φρούτων και τη διαφοροποίηση ανθοφόρων οφθαλμών και ενεργεί ανταγωνιστικά με σημαντικές απώλειες στην παραγωγή και ποιότητα φρούτων (Greene, 1999). Στα μήλα, οι Medjdoub et al. (2005) διαπίστωσαν επίσης ότι τα φύλλα που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν χαμηλότερο νωπό και ξηρό βάρος ακολουθώντας την ίδια τάση με τη μειωμένη ανάπτυξη βλαστών και υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλων.

Οι Nanos et al (2021) βρήκαν πως η εφαρμογή Pro-Ca στα δέντρα «Φιρικιάς» επηρέασε αρνητικά τη μάζα, την ποιότητα και το επίχρωμα του φλοιού των φρούτων, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με άλλους ερευνητές που δεν βρήκαν καμία επίδραση του Pro-Ca στην ποιότητα των μήλων (Medjdoub et al., 2005). Επιπλέον, οι Medjdoub et al. (2005) βρήκαν υψηλότερο ποσοστό περιοχής του φλοιού με ερυθρό χρωματισμό στα μήλα Fuji μετά την εφαρμογή Pro-Ca, αλλά όχι στα μήλα Gala, και το συσχέτισαν με την οψιμότερη συγκομιδή του Fuji και τις ψυχρότερες κλιματολογικές συνθήκες. Το μήλο της ποικιλίας «Φιρίκι» συγκομίζεται επίσης αργά, αλλά δεν παρατηρήθηκε βελτίωση του επιχρώματος του φλοιού από την εφαρμογή Pro-Ca. Η δόση Pro-Ca και η συχνότητα των εφαρμογών θα πρέπει να μελετηθούν περαιτέρω για το «Firiki» (Nanos et al. 2021).

1.10. Σκοπός της διατριβής

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η βελτίωση των εμπορικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και ο χαρακτηρισμός της διατροφικής αξίας των μήλων ‘Φιρίκι’.

Μελετήθηκε η επίδραση καλλιεργητικών τεχνικών για τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των φιρικών. Πρώτος στόχος ήταν η βελτίωση παραγωγικότητας της φιρικής με ρύθμιση καρποφορίας μέσω δακτυλίωσης και με μείωση βλάστησης με εφαρμογή ProCa. Δεύτερος στόχος ήταν η βελτίωση της θρέψης με ασβέστιο και η μείωση μωλωπισμών. Τρίτος στόχος ήταν η περιγραφή της ποιότητας των μήλων ποικ. Φιρίκι.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Χωροθέτηση πειραματικών αγρών

Το πείραμα υλοποιήθηκε σε τέσσερις πειραματικούς αγρούς της ευρύτερης περιοχής της Δημοτικής Κοινότητας Ζαγοράς Πηλίου (Δημοτική Ενότητα Ζαγοράς, Δήμος Ζαγοράς Μουρεσίου, περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας).

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος), καθώς και η κωδική ονομασία (η οποία και θα χρησιμοποιείται για λόγους ευκολίας στη συνέχεια της διατριβής) για καθένα από αυτούς, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίν. 2.1).

Πίνακας 2.1 Επιλεγμένα αγροτεμάχια ποικιλίας ‘Φιρίκι’ και τα κύρια χαρακτηριστικά τους

Τοποθεσία	Όνομ/μο παραγωγού Κωδικοποίηση ΕΔΠΘ	Γεωγραφικό στίγμα	Υψόμετρο (m)	Αποστάσεις φύτευσης m x m	Υποκείμενο	Διαμόρφωση	Ηλικία δένδρων	Μέθοδος άρδευσης
Ζαγορά	ΚΟΝ	39.451602 N, 23.107110 E	300	4 x 4	ΜΜ106	Κύπελλο	12	Στάγδην
Ζαγορά	ΠΑΠ	39.460176 N, 23.108272 E	250	Διάσπαρτα	ΜΜ106	Κύπελλο	10-18	Στάγδην
Ζαγορά	ΣΠΑΝ	39.431130 N, 23.108651 E	600	Διάσπαρτα	Σπορόφυτο φιρικής	Κύπελλο	17	Στάγδην
Ζαγορά	ΒΑΡ	39.424535 N, 23.087861 E	550	4 x 4	Σπορόφυτο φιρικής	Κύπελλο	14	Ξηρικό

Ακολουθώς γίνεται αναφορά σε καλλιεργητικές τεχνικές και μεθόδους (προφίλ καλλιέργειας) σε κάθε ένα πειραματικό αγρό.

1. Πειραματικός αγρός με την κωδική ονομασία ΣΠΑΝ

Πρόκειται για ένα αγροτεμάχιο το οποίο βρίσκεται στην Γ' ζώνη καλλιέργειας, σε υψόμετρο 600 μέτρων, το έδαφος έχει μηδενική κλίση και περιλαμβάνει δένδρα ηλικίας περίπου 17 ετών, διαμορφωμένα σε ελεύθερο κύπελλο. Ως υποκείμενο χρησιμοποιείται το σπορόφυτο φιρικής, οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των δένδρων είναι 4 x 4 m. Ένα τμήμα του αγρού αποτελείται αμιγώς από την ποικιλία Φιρίκι, ενώ στο μεγαλύτερο μέρος αυτού βρίσκονται και άλλες ποικιλίες μήλων με

κυρίαρχη την Starking Delicious. Πρακτικά, σε αυτό το αγροτεμάχιο η ποικιλία Φιρίκι αποτελεί τη δευτερεύουσα ποικιλία, η οποία είναι επικονιάστρια των κόκκινων ποικιλιών. Η λιπαντική αγωγή που ακολουθήθηκε περιελάμβανε ένα πλήρες λίπασμα (ως βασική λίπανση), κοπριά πουλερικών και εφαρμογή διαφυλλικού ασβεστίου. Όσον αφορά τη ζιζανιοκτονία, πραγματοποιήθηκαν ένας ψεκασμός με ένα ζιζανιοκτόνο σε όλη την έκταση του μηλεώνα και τέσσερις συνολικά κοπές με χορτοκοπτικό. Η άρδευση του αγρού υλοποιείται με σταγόνες (on-line, ρυθμιζόμενες), ενώ η παροχή νερού κυμαίνεται γύρω στα $15 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Τέλος, για την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών, πραγματοποιήθηκαν οκτώ συνολικά ψεκασμοί με εντομοκτόνα σκευάσματα, ένας ψεκασμός με χαλκούχο και επτά ψεκασμοί με συνθετικά μυκητοκτόνα.

2. Πειραματικός αγρός με την κωδική ονομασία BAP

Πρόκειται για ένα αγροτεμάχιο που βρίσκεται στην Β' ζώνη καλλιέργειας σε υψόμετρο 550 μέτρων, χαρακτηρίζεται από μία ιδιαίτερα έντονη κλίση εδάφους και περιλαμβάνει δένδρα ηλικίας 14 ετών, διαμορφωμένα σε ελεύθερο κύπελλο. Ως υποκείμενο χρησιμοποιείται το σπορόφυτο Φιρικιάς, ενώ εκτός από την ποικιλία Φιρίκι καλλιεργείται και η ποικιλία μήλων Red Chief. Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των δένδρων είναι $4 \times 4 \text{ m}$. Σχετικά με τη λιπαντική αγωγή που ακολουθήθηκε, ενώ σε προηγούμενες καλλιεργητικές περιόδους πραγματοποιούνταν μόνο βασική λίπανση με ένα πλήρες λίπασμα, εντούτοις, τη φετινή καλλιεργητική περίοδο δεν προστέθηκε τίποτε ως λίπανση στο χωράφι, παρά μόνο ένα σκεύασμα Ca διαφυλλικά το καλοκαίρι. Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων έγινε εφαρμογή ενός ζιζανιοκτόνου σε όλη την έκταση και 2 κοπές με χορτοκοπτικό. Μία σημαντική διαφορά αυτού του αγροτεμαχίου συγκριτικά με τα λοιπά πειραματικά έγκειται στο γεγονός πως το αγροτεμάχιο Βαρ είναι ξηρικό και η άρδυσή του εναπόκειται αποκλειστικά και μόνο σε ενδεχόμενες βροχοπτώσεις. Αναφορικά με τη φυτοπροστασία υλοποιήθηκαν ένας ψεκασμός με βορδιγάλειο χαλκό, οκτώ ψεκασμοί με συνθετικά μυκητοκτόνα και επτά ψεκασμοί με εντομοκτόνα σκευάσματα.

3. Πειραματικός αγρός με την κωδική ονομασία KON

Πρόκειται για αγροτεμάχιο με την κωδική ονομασία KON που βρίσκεται στην Α' ζώνη καλλιέργειας, σε υψόμετρο 300 μέτρων, διακρίνεται από μία ελαφρά κλίση εδάφους και περιλαμβάνει δένδρα ηλικίας 12 ετών, διαμορφωμένα σε ελεύθερο κύπελλο. Το χρησιμοποιούμενο υποκείμενο είναι το MM106, ενώ εκτός από την ποικιλία Φιρίκι καλλιεργούνται και άλλες ποικιλίες μήλων. Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των δένδρων είναι $4 \times 4 \text{ m}$, με περισσότερα από 50 δένδρα ανά στρέμμα. Ως προς την ακολουθούμενη λιπαντική αγωγή, αυτή περιελάμβανε κοπριά πουλερικών και εφαρμογή ασβεστίου μέσω του εδάφους, ενώ για τη ζιζανιοκτονία δεν έγινε

εφαρμογή ζιζανιοκτόνων παρά μόνο 4 κοπές με χορτοκοπτικό. Η άρδευση του χωραφιού υλοποιείται με σταγόνες, 2 – 4 ανά δένδρο, με παροχή κάθε σταγόνας περίπου 6 L h⁻¹. Αναφορικά με τη φυτοπροστασία, πραγματοποιήθηκαν επτά ψεκασμοί με μυκητοκτόνα και τέσσερις ψεκασμοί με εντομοκτόνα σκευάσματα.

4. Πειραματικός αγρός με την κωδική ονομασία ΠΑΠ

Πρόκειται για αγροτεμάχιο που βρίσκεται στην Α' ζώνη καλλιέργειας, σε υψόμετρο 250 μέτρων, χαρακτηρίζεται από μία υψηλή κλίση εδάφους και περιλαμβάνει δένδρα ηλικίας από 10 – 20 ετών, διαμορφωμένα σε ελεύθερο κύπελλο. Ως υποκείμενο χρησιμοποιείται το MM106, ενώ εκτός από την ποικιλία Φιρίκι εμπεριέχονται και άλλες ποικιλίες μήλων, με κυρίαρχη τη Scarlet.

Αναφορικά με την ακολουθούμενη λιπαντική αγωγή, αυτή περιελάμβανε κοπριά πουλερικών, ένα πλήρες λίπασμα, μία εφαρμογή νιτρικού ασβεστίου με υδρολίπανση, μία διαφυλλική εφαρμογή χλωριούχου ασβεστίου και μία διαφυλλική εφαρμογή ψευδαργύρου και βορίου μετά το πέρας της συγκομιδής. Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων δεν έγινε καμία εφαρμογή χημικών μέσων, παρά μόνο πέντε κοπές συνολικά με χορτοκοπτικό. Η άρδευση του οπωρώνα πραγματοποιείται με ενσωματωμένες σταγόνες, 2 ανά δένδρο των 8 L h⁻¹. Ως προς τη φυτοπροστασία, υλοποιήθηκαν ένας ψεκασμός με βορδιγάλειο χαλκό, επτά ψεκασμοί με συνθετικά μυκητοκτόνα και επτά ψεκασμοί με εντομοκτόνα σκευάσματα.

2.2. Μεταχειρίσεις

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει πείραμα με υλοποίηση μεταχειρίσεων στους δυο από τους τέσσερις παραπάνω πειραματικούς αγρούς, με τις κωδικές ονομασίες ΣΠΑΝ και ΚΟΝ.

Επίσης μετρήθηκαν τα αποτελέσματα των εφαρμογών της δακτυλίωσης του έτους 2019 στον αγρό με την κωδική ονομασία ΒΑΡ και η αποτελεσματικότητα εφαρμογής γιββεργιλινών του 2019 στον αγρό με κωδική ονομασία ΠΑΠ.

Επιπλέον, σε καθένα από τα τέσσερα αγροτεμάχια των μεταχειρίσεων, επιλέχθηκαν τρία δένδρα με παρόμοιο φαινότυπο και παραγωγικότητα με εκείνον των πειραματικών δένδρων, για να αποτελέσουν τα δένδρα – μάρτυρες, τα οποία δεν δέχθηκαν καμία μεταχείριση, παρά μόνο του παραγωγού, και βάσει των οποίων έγιναν οι συγκρίσεις.

2.2.1. Ρύθμιση της καρποφορίας διαμέσου εφαρμογής χημικού αραιώματος

Με στόχο τη ρύθμιση καρποφορίας των δένδρων χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά σκευάσματα για χημικό αραιώμα, το θειασβέστιο και το Exilis 2% (δραστική ουσία κυτοκίνη 6 - ΒΑ).

2.2.1.1 Εφαρμογή θειασβεστίου

Στις 30/04/2020 στο 60- 80% της πλήρους ανθοφορίας με κανονικό καιρό χωρίς βροχές ή ακραίες θερμοκρασίες, σε δύο δένδρα φιρικιάς του αγροτεμαχίου με κωδική ονομασία ΚΟΝ εφαρμόστηκε 5% θειασβέστιο με σταγόνες προσκολλητικού για πρόκληση χημικού αραιώματος. Σε κάθε δένδρο σημάνθηκαν 16 υποβραχίονες, στους οκτώ από αυτούς έγινε εφαρμογή θειασβεστίου (9-16) ενώ οι υπόλοιποι οκτώ (1-8) αποτέλεσαν τους βραχίονες μάρτυρες.

Για τον ψεκασμό χρησιμοποιήθηκε ψεκαστήρα πλάτης χωρητικότητας 16 L. Η δόση εφαρμογής ήταν 0,8 L θειασβεστίου στα 16 L ψεκαστικού υγρού, μαζί με 10 σταγόνες προσκολλητικό (ως προσκολλητικό στον εκάστοτε ψεκασμό χρησιμοποιήθηκε το εμπορικό σκεύασμα Break-Thru S 240). Κατά την προετοιμασία του ψεκαστικού υγρού, η ψεκαστήρα πλάτης συμπληρώθηκε περίπου μέχρι τη μέση με νερό, κατόπιν προστέθηκαν η ποσότητα του θειασβεστίου (τριπλή έκπλυση του περιέκτη του θειασβεστίου) και οι 10 σταγόνες προσκολλητικού, έγινε ανάδευση του διαλύματος με κλειστό το καπάκι της ψεκαστήρας και στη συνέχεια συμπληρώθηκε με νερό μέχρι τα 16 L. Τα δύο δένδρα ψεκάστηκαν μέχρι απορροής, ενώ περίσσεψε λίγη ποσότητα ψεκαστικού υγρού, η οποία και απορρίφθηκε στο έδαφος.

2.2.1.2 Εφαρμογή 6-BA (Exilis 2%)

Στις 15/05/2020 εννέα ημέρες μετά τη πτώση των πετάλων πραγματοποιήθηκε στο αγροτεμάχιο ΚΟΝ ψεκασμός με το εμπορικό σκεύασμα exilis σε δύο διαφορετικά, από εκείνα της μεταχείρισης με το θειασβέστιο, δένδρα φιρικιάς. Ο ψεκασμός διεκπεραιώθηκε με ψεκαστήρα πλάτης χωρητικότητας 16 L. Η δόση εφαρμογής ήταν 120 ppm δραστικής ουσίας 6-BA, ήτοι 100 mL σκευάσματος στα 16 L ψεκαστικού υγρού (ή 600 mL στα 100 L) με 100 ppm NAA στα 16 L (ή 500 ml NAA στα 100 L) μαζί με λίγες (10) σταγόνες προσκολλητικό. Η προετοιμασία του ψεκαστικού υγρού στην ψεκαστήρα πλάτης έγινε με ανάλογο τρόπο με εκείνον που περιγράφηκε ανωτέρω στην περίπτωση του θειασβεστίου. Τα δύο δένδρα ψεκάστηκαν μέχρι απορροής, ενώ περίσσεψε αρκετή ποσότητα ψεκαστικού υγρού, η οποία και απορρίφθηκε στο έδαφος.

Σε κάθε δένδρο σημάνθηκαν 16 υποβραχίονες, στους οκτώ από αυτούς έγινε εφαρμογή Exilis (9-16) ενώ οι υπόλοιποι οκτώ (1-8) αποτέλεσαν τους βραχίονες μάρτυρες.

2.2.2. Ρύθμιση της βλάστησης

Με στόχο τη ρύθμιση της βλάστησης προς όφελος της καρποφορίας των δένδρων χρησιμοποιήθηκαν η διαφυλλική εφαρμογή της αντι-γιββεριλλίνης Prohexadione Calcium (Pro-Ca) με εμπορική ονομασία Regalis και η δακτυλίωση.

Οι δύο μεταχειρίσεις έγιναν σε διαφορετικά στάδια της καλλιεργητικής περιόδου με σκοπό τον έλεγχο της βλάστησης των δένδρων και την ρύθμιση αυτής προς όφελος της καρποφορίας.

2.2.2.1 Διαφυλλική εφαρμογή (Pro-Ca)- εμπορική ονομασία Regalis

Στις 8/5/2020 πραγματοποιήθηκε στο αγροτεμάχιο ΚΟΝ ψεκασμός με το Regalis Plus 10 WG (δραστική ουσία Pro-Ca) σε τρία δένδρα με καλή παραγωγή, στην πτώση των πετάλων. Ο ψεκασμός διεκπεραιώθηκε με ψεκαστήρα πλάτης χωρητικότητας 16 L. Η δόση εφαρμογής ήταν 32 g Pro-Ca στα 16 L ψεκαστικού υγρού (ή 200 g στα 100 L), μαζί με 10 σταγόνες προσκολλητικό. Η προετοιμασία του ψεκαστικού υγρού στην ψεκαστήρα πλάτης έγινε κατά αντίστοιχο τρόπο με εκείνον που περιγράφηκε ανωτέρω στην περίπτωση του θειασβεστίου. Τα τρία δένδρα ψεκάστηκαν μέχρι απορροής.

2.2.2.2 Δακτυλίωση βραχιόνων

Στο αγρόκτημα του παραγωγού ΣΠΑΝ επιλέχθηκαν τρία δένδρα φιρικιάς με αρκετή καρποφορία για την εφαρμογή δακτυλίωσης. Στις 22/5/20, δύο εβδομάδες μετά την πτώση πετάλων, επισημάνθηκαν τρεις βραχίονες (ένας ανά δένδρο) για εφαρμογή της δακτυλίωσης και τρεις βραχίονες χρησιμοποιήθηκαν ως Μάρτυρες. Την ίδια ημέρα έγινε καταμέτρηση του αριθμού ταξικαρπιών επί των βραχιόνων της Δακτυλίωσης και των βραχιόνων του Μάρτυρα ανά δένδρο. Στη συνέχεια επιλέχθηκαν 10 ταξικαρπίες ανά μεταχείριση και καταγράφηκε ο αριθμός των καρπιδίων ανά ταξικαρπία. Αυτές οι παρατηρήσεις λήφθηκαν για να μελετηθεί η επίδραση της δακτυλίωσης στην καρποφορία του επόμενου έτους του 2021.

Στις 21/6/2020 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη, του ποσοστού % ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους των φύλλων.

Στις 22/5/2020, δύο εβδομάδες περίπου μετά την πτώση των πετάλων πραγματοποιήθηκε δακτυλίωση σε τρία δένδρα στο αγροτεμάχιο ΣΠΑΝ, σε τρεις βραχίονες από κάθε δένδρο με καλή καρποφορία. Η δακτυλίωση έγινε με ένα ειδικό εργαλείο και αφαιρέθηκε περιμετρικά φλοιός πάχους περίπου 10 mm, χωρίς όμως να τραυματιστεί το ξύλωμα. Στη συνέχεια η περιοχή της δακτυλίωσης καλύφθηκε με πλαστική αυτοκόλλητη ταινία, έως ότου επουλωθεί η τομή.

2.2.3. Εφαρμογή ασβεστίων CaCl_2 και οργανικό Ca (προϊόντα Θεόφραστου, εμπορικά σκευάσματα TheoCal & TheoFast)

2.2.3.1. Εφαρμογή CaCl_2

Το CaCl_2 εφαρμόστηκε διαφυλλικά με ψεκασμούς οι οποίοι διενεργήθηκαν στον πειραματικό αγρό ΚΟΝ, σε τρία δένδρα φιρικής, με πέντε (5) επαναληπτικούς ψεκασμούς κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Επιλέχθηκαν τρία δένδρα με παρόμοιο φαινότυπο για να εφαρμοστεί η μεταχείριση. Ο ψεκασμός διεκπεραιώθηκε με ψεκαστήρα πλάτης χωρητικότητας 16 L. Η δόση εφαρμογής ήταν 400 g CaCl_2 στα 100 L νερό (ή 80 g στα 16 L), μαζί με 10 σταγόνες προσκολλητικό. Η προετοιμασία του ψεκαστικού υγρού στην ψεκαστήρα πλάτης έγινε κατά αντίστοιχο τρόπο με εκείνον που περιγράφηκε ανωτέρω στην περίπτωση του θειασβεστίου, με μόνη διαφορά πως σε αυτή την περίπτωση χρειάστηκαν περισσότερες των τριών εκπλύσεων του περιέκτη του ασβεστίου για να απομακρυνθεί όλη η μετρηθείσα ποσότητα. Τα τρία δένδρα ψεκάστηκαν μέχρι απορροής.

Οι χρονικές περίοδοι που διενεργήθηκε καθένας από τους πέντε ψεκασμούς με CaCl_2 στα δένδρα φαίνονται κατωτέρω:

- ❖ 1^{ος}: Πραγματοποιήθηκε στις 8/5/2020, στο στάδιο της πτώσης πετάλων.
- ❖ 2^{ος}: Πραγματοποιήθηκε 14 ημέρες μετά τον 1^ο ψεκασμό, δηλαδή στις 22/5/2020.
- ❖ 3^{ος}: Πραγματοποιήθηκε 14 ημέρες μετά τον 2^ο ψεκασμό, δηλαδή στις 05/6/2019.
- ❖ 4^{ος}: Πραγματοποιήθηκε στις 28/8/20 , 84 ημέρες μετά τον τρίτο ψεκασμό.
- ❖ 5^{ος}: Πραγματοποιήθηκε στις 11/9/2020, 25 ημέρες πριν από την τελική δειγματοληψία καρπών.

2.2.3.2. Οργανικό Ca

Το Οργανικό Ca (προϊόντα Θεόφραστου, εμπορικές ονομασίες TheoCal & TheoFast) εφαρμόστηκε μόνο διαφυλλικά στους τρεις πρώτους ψεκασμούς και στους τρεις τελευταίους διαφυλλικά και με ριζοπότισμα.

Οι εφαρμογές διενεργήθηκαν στον πειραματικό αγρό ΚΟΝ, σε τρία δένδρα φιρικής, με έξι (6) επαναληπτικούς ψεκασμούς κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Επιλέχθηκαν τρία δένδρα με παρόμοιο φαινότυπο για να υποστούν τη μεταχείριση. Ο ψεκασμός διεκπεραιώθηκε με ψεκαστήρα πλάτης χωρητικότητας 16 L. Η δόση εφαρμογής ήταν 32 g TheoCal + 80 mL TheoFast στα 16 L νερό μαζί με 10 σταγόνες προσκολλητικό. Η προετοιμασία του ψεκαστικού υγρού στην ψεκαστήρα πλάτης έγινε κατά αντίστοιχο τρόπο με εκείνον που περιγράφηκε ανωτέρω στην περίπτωση του CaCl_2 . Τα τρία δένδρα ψεκάστηκαν μέχρι απορροής ενώ περίσσεψε λίγη ποσότητα ψεκαστικού υγρού, η οποία και απορρίφθηκε στο έδαφος.

Οι χρονικές περίοδοι που διενεργήθηκε καθένας από τους τρεις πρώτους ψεκασμούς με προϊόντα Θεοφράστου στα δένδρα φαίνονται κατωτέρω:

- ❖ 1^{ος}: Πραγματοποιήθηκε στις 8/5/2020, στο στάδιο της πτώσης πετάλων.
- ❖ 2^{ος}: Πραγματοποιήθηκε 14 ημέρες μετά τον 1^ο ψεκασμό, δηλαδή στις 22/5/2020.

- ❖ 3^{ος}: Πραγματοποιήθηκε 14 ημέρες μετά τον 2^ο ψεκασμό, δηλαδή στις 05/6/2019.

Οι χρονικές περίοδοι που διενεργήθηκαν οι επόμενοι τρεις ψεκασμοί και τα ριζοποτίσματα (5 λίτρα στο κάθε δένδρο) με προϊόντα Θεοφράστου στα δένδρα φαίνονται κατωτέρω:

- ❖ 4^{ος}: Πραγματοποιήθηκε στις 20/08/2020, 76 ημέρες μετά τον τρίτο.
- ❖ 5^{ος}: Πραγματοποιήθηκε στις 06/9/2020, 16 ημέρες μετά τον τέταρτο.
- ❖ 6^{ος}: Πραγματοποιήθηκε στις 20/9/2020, 25 ημέρες πριν από την τελική δειγματοληψία καρπών.

2.3. Δειγματοληψίες – Μετρήσεις αγρού

2.3.1. Μεταχείριση Θειασβεστίου

Στις 30/04/2020 έγινε λήψη μακροσκοπικών παρατηρήσεων στους βραχίονες των δυο δένδρων που επιλέχτηκαν για την εφαρμογή του θειασβεστίου στον πειραματικό αγρό με την κωδική ονομασία ΚΟΝ και ειδικά μετρήθηκε ο αριθμός των ανθοφόρων οφθαλμών στον διαχωρισμό των ανθέων.

Την ίδια ημέρα (30/04/2020) μετρήθηκε και ο αριθμός των ανθέων ανά οφθαλμό σε συνολικά 20 ανθοταξίες διαφόρων βλαστών, 10 ανθοταξίες στην κορυφή ετησίου βλαστού και 10 σε αιχμή ετήσια ή παλαιότερη (καταγράφηκε τι και από πού).

Στις 29/05/2020 (σχεδόν ένα μήνα μετά τον ψεκασμό) μετρήθηκε ο αριθμός των καρπών που παρέμειναν σε κάθε βραχίονα και η διάμετρος του κάθε βραχίονα στη βάση του (8 βραχίονες μάρτυρες-1-8 και 8 βραχίονες ψεκασμένοι 9-16).

2.3.2. Μεταχείριση 6-BA

Στις 30/04/2020, στον ΚΟΝ, σημάνθηκαν 16 βραχίονες σε δυο δένδρα και μετρήθηκαν οι ανθοφόροι οφθαλμοί στον διαχωρισμό των ανθέων

Στις 15/05/2020 έγινε ψεκασμός των οκτώ βραχιόνων με το ανωτέρω μίγμα ορμονών για πιθανό χημικό αραίωμα (1-8 μάρτυρες, 9-16 ψεκασμός με 6-BA).

Στις 15/06/2020 (ένα μήνα μετά τον ψεκασμό) μετρήθηκε ο αριθμός των καρπών που παρέμειναν σε κάθε βραχίονα και η διάμετρος του κάθε βραχίονα στη βάση του (8 βραχίονες μάρτυρες και 8 βραχίονες ψεκασμένοι).

Πρέπει να σημειωθεί πως στις 26/05/2020 έγινε ισχυρή χαλαζόπτωση (πρωινές ώρες διάρκειας 40 min).

2.3.3. Μεταχείριση δακτυλίωσης

Στον πειραματικό αγρό BAP μετρήθηκαν τα αποτελέσματα των εφαρμογών της δακτυλίωσης του 2019.

Ειδικά στις 30/04/2020 μετρήθηκε ο αριθμός των ανθοφόρων οφθαλμών στο διαχωρισμό των ταξιανθιών και η διάμετρος του βραχίονα πάνω από τη δακτυλίωση. Ίδιες μετρήσεις έγιναν και σε παρόμοιου μεγέθους βραχίονες στο μάρτυρα (άλλα δένδρα ή άλλο βραχίονα κάθε πειραματικού δένδρου).

Στις 15/10/2020, στην εμπορική συγκομιδή μετρήθηκε ο αριθμός των καρπών ανά βραχίονα δακτυλίωσης σε τρία δένδρα του BAP που είχαν υποστεί τη μεταχείριση αυτή το έτος 2019.

Στις 22/05/2020, στον αγρό ΣΠΑΝ, πριν τη δακτυλίωση του 2020, σε βραχίονες δένδρων με καλή παραγωγή στις 2 εβδομάδες μετά την πτώση των πετάλων, έγινε επιλογή τριών δένδρων (δένδρο 1, δένδρο 2, δένδρο 3) με καλή καρποφορία όπου και εφαρμόστηκε δακτυλίωση σε τρεις βραχίονες, έναν από κάθε δένδρο.

Μετρήθηκαν ο αριθμός των ταξικαρπιών επί του δένδρου εκείνη την ημέρα σε τρία δένδρα με καλή παραγωγή (στο βραχίονα που έγινε η δακτυλίωση και στο βραχίονα που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας). Στη συνέχεια σε 20 συνολικά ταξικαρπίες στο πείραμα, έγινε μέτρηση του αριθμού των καρπιδίων ανά ταξικαρπία (10 ταξικαρπίες στο μάρτυρα και 10 ταξικαρπίες στη δακτυλίωση, σε κάθε περίπτωση μερικές στην κορυφή περυσινών βλαστών και μερικές σε αιχμές).

Μετά από 3 εβδομάδες στις 12/06/2020, αφαιρέθηκε η κολλητική ταινία της δακτυλίωσης από τους δακτυλιωμένους βραχίονες των δένδρων και έγινε παρατήρηση για επούλωση πληγής και πιθανή δημιουργία κάλου.

Παρατηρήθηκε ότι δεν δημιουργήθηκε κάλος γύρω από την πληγή παρά μόνο έχει βρεγμένη όψη και ένα πιο σκούρο χρώμα περιμετρικά.

Στις 29/10/2020, στην εμπορική συγκομιδή (29/10/2020) έγιναν μετρήσεις του αριθμού των καρπών ανά βραχίονα και η διάμετρος του βραχίονα στους δακτυλιωμένους βραχίονες και στους βραχίονες μάρτυρες.

2.3.4. Μεταχείριση ProCa- Regalis – αποτελέσματα εφαρμογής 2019

Στον ΚΟΝ πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί με ProCa σε δένδρα το 2019.

Στις 30/04/2020 μετρήθηκαν ο αριθμός των ανθοφόρων οφθαλμών στο διαχωρισμό ταξιανθιών και η διάμετρος των βραχιόνων σε 8 επιλεγμένους βραχίονες των ψεκασμένων δένδρων. Ίδιες μετρήσεις αριθμού ανθέων έγιναν και σε παρόμοιου μεγέθους βραχίονες στο μάρτυρα (άλλα δένδρα).

2.3.5. Μεταχείριση Γιββεριλλίνες- GAs 2019

Στον ΠΑΠ πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί με GAs σε δένδρα το 2019.

Στις 30/04/2020 μετρήθηκε η πυκνότητα των ανθέων σε βλαστούς 4-5 ετών. Επιλέχθηκαν 8-10 ομοιόμορφοι βλαστοί στο μάρτυρα και άλλοι 8-10 βλαστοί στα ψεκασμένα το 2019 με γιββερελίνες.

Σε κάθε βλαστό μετρήθηκαν :

- i. η διαμέτρος στη βάση του (Δ.Β) και υπολογίστηκε η ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα
- ii. ο αριθμός των ανθοφόρων οφθαλμών (ΑΟ)
- iii. ο αριθμός των οφθαλμών που δυνητικά ήταν ανθοφόροι αλλά παρέμειναν βλαστοφόροι (αιχμές και κορυφή ήρεμων ετήσιων) (ΔΑΒ).

Ενώ έγιναν και παρατηρήσεις για τυχόν μικρότερες ανθοταξίες (σε αριθμό ανθέων ανά ανθοταξία)

Στους ψεκασμένους με γιββερελίνη βραχίονες μετρήθηκαν ο αριθμός των ανθέων σε 2 ανθοταξίες (μία στην κορυφή ετησίου και μία σε αιχμή) ανά πειραματικό βλαστό.

2.4. Δειγματοληψίες – Μετρήσεις εργαστηρίου

2.4.1. Μεταχείριση Regalis- ProCA

Στις 01/09/2020, στον αγρό ΚΟΝ, στα τρία δένδρα στα οποία έγινε εφαρμογή με Regalis Plus 10 WG (δραστική ουσία Pro-Ca) μετρήθηκε ο φωτισμός της κόμης, η προσπίπτουσα υπεριώδης (UV) και η φωτοσυνθετικά ενεργός (PAR) ακτινοβολία σε >20 σημεία μέσα στη κόμη.

Μετρήσεις φωτός ελήφθησαν εκτός κόμης (προσπίπτων φως) και το διαπερνών φως στο μέσον και κάτω από την κόμη των δέντρων (μηλεώνας ΚΟΝ, μεταχειρίσεις μάρτυρα και Pro-Ca) στις 1 Σεπτεμβρίου 2020. Μετρήθηκε η PAR και η UV ακτινοβολία με τα όργανα Quantum Meter (model LQS-QM, Spectrum Technologies, Plainfield, IL, USA) και UV meter (model UVM, at 250-400 nm, Spectrum Technologies), αντίστοιχα. Υπολογίστηκε το ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που διαπερνά έως το μέσον και όλη την κόμη των δέντρων.

Στις 14/10/2020 στην εμπορική συγκομιδή και ωριμότητα έγινε τυχαία δειγματοληψία 16 καρπών ανά δένδρο και μετρήθηκε η ποιότητα των καρπών στο εργαστήριο.

2.4.2. Δειγματοληψία καρπών στην εμπορική ωριμότητα

Στις 14/10/2020 υλοποιήθηκε δειγματοληψία καρπών από το αγροτεμάχιο ΚΟΝ, 174 περίπου ημέρες από την πλήρη άνθιση, με σκοπό τη μέτρηση της ποιότητας στην εμπορική συγκομιδή, καθώς επίσης και την εξέταση της επίδρασης της μεταχείρισης του Regalis- ProCa στην αντοχή των καρπών σε μωλωπισμούς. Συγκεκριμένα, από κάθε δένδρο – επανάληψη της κάθε μεταχείρισης και

του μάρτυρα συγκομίστηκαν 10 καρποί για τη μέτρηση ποιότητας, ενώ για την αντοχή στους μωλωπισμούς συγκομίστηκαν επιπλέον 8 καρποί από τη μεταχείριση με Regalis- ProCa και 8 καρποί από τους μάρτυρες. Οι καρποί τοποθετήθηκαν σε μεγάλες πλαστικές σακούλες, σφραγίστηκαν όσο το δυνατόν περισσότερο αεροστεγώς και κατόπιν τα δείγματα μεταφέρθηκαν με προσοχή στο εργαστήριο Δενδροκομίας (15/10/2020) για τη διεξαγωγή των μετρήσεων.

2.4.2.1. Μωλωπισμός καρπών

Οι καρποί σημαδεύτηκαν με μαρκαδόρο σε περιοχή του ισημερινού του καρπού και μετρήθηκε το χρώμα φλοιού στη συγκεκριμένη περιοχή. Κατόπιν, προκλήθηκε μωλωπισμός με πτώση από υψόμετρο 30 cm σιδερένιας μπάρας βάρους 120 g με επίπεδη επιφάνεια επαφής. Αμέσως μετά το μωλωπισμό πραγματοποιήθηκε αφαίρεση του φλοιού και μετρήθηκε το γρηγορότερο δυνατό το χρώμα σάρκας, πριν την αλλαγή χρώματος λόγω του μωλωπισμού. Έπειτα, ακολούθησαν μετρήσεις χρώματος σάρκας ανά 10 λεπτά και έως τα 40 λεπτά. Στη συνέχεια, ο υπολογισμός του δείκτη καστανώσης (Δ.Κ) ανά χρονική στιγμή μέτρησης και της ολικής αλλαγής χρώματος (Ο.Α.Χρ.) μεταξύ των μετρήσεων υλοποιήθηκε με τη χρήση των κατωτέρω εξισώσεων (Maskan, 2001).

A) $\Delta.K = [100 \cdot (x - 0,31)] / 0,17$, όπου $x = (a + 1,75 \cdot L) / (5,645 \cdot L + a - 3,012 \cdot b)$ και L, a, b από το χρωματόμετρο Minolta οι παράμετροι L^* , a^* , b^*

$$B) O.A.Xp = [(L_o - L)^2 + (a_o - a)^2 + (b_o - b)^2]^{1/2}$$

2.4.3. Μέτρηση ποιοτικών χαρακτήρων

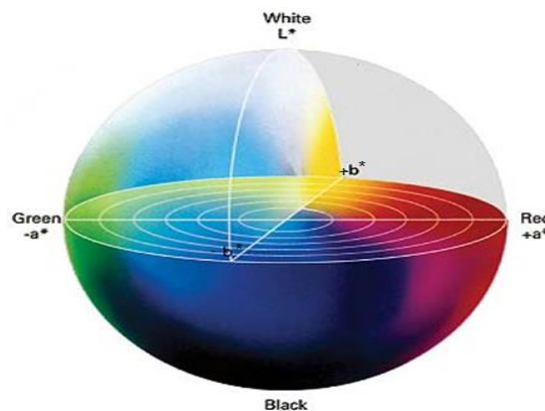
Η μέτρηση της ποιότητας των καρπών στη συγκομιδή περιλαμβάνει μέτρηση του χρώματος του φλοιού, των διαστάσεων και του νωπού βάρους των καρπών, της ξηράς τους ουσίας, του χρώματος και της σκληρότητας της σάρκας, τον υπολογισμό της οξύτητας και των περιεχόμενων διαλυτών στερεών συστατικών του χυμού, καθώς επίσης και προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας και των συνολικών φαινολικών ουσιών.

2.4.3.1. Επίχρωμα φλοιού

Ο υπολογισμός του χρώματος του φλοιού διενεργήθηκε με τη χρήση ενός χρωματόμετρου Minolta chroma meter (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan), σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L^* , a^* , b^*). Συγκεκριμένα, σε κάθε έναν από τους 10 καρπούς της κάθε επανάληψης πάρθηκαν δύο μετρήσεις στον ισημερινό του κάθε καρπού (στα δύο αντιδιαμετρικά 'μάγουλα') του δείκτη φωτεινότητας L^* , καθώς και των παραμέτρων a^* και b^* και

υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των παραμέτρων καθαρότητας C^* (Chroma) και απόχρωσης Hue.

Πριν από κάθε μέτρηση το όργανο βαθμονομούνταν με τη χρήση άσπρης και μαύρης πλάκας. Οι παράμετροι χρώματος L^* , a^* και b^* τοποθετούν το χρώμα σε ένα τρισδιάστατο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων, στο οποίο το L^* είναι κάθετο στο επίπεδο που σχηματίζεται από τα a^* και b^* . Η παράμετρος φωτεινότητας L^* κυμαίνεται από μαύρο $L^*=0$ έως λευκό $L^*=100$. Το a^* βρίσκεται στον οριζόντιο άξονα, ενώ το b^* στον κατακόρυφο. Στο σημείο $a^*=0$, $b^*=0$ το χρώμα χαρακτηρίζεται ως άχρωμο (γκρι). Στον οριζόντιο άξονα, για τιμές $a^*>0$ το όργανο δείχνει κόκκινη-μωβ απόχρωση, ενώ για τιμές $a^*<0$ μπλε-πράσινη απόχρωση. Αντίστοιχα, στον κατακόρυφο άξονα, για τιμές $b^*>0$, το όργανο δείχνει κίτρινη απόχρωση, ενώ για τιμές $b^*<0$ μπλε απόχρωση (Εικ. 2.1 και Εικ. 2.2) (McGuire, 1992).



Εικόνα 2.1: Απεικόνιση του τρισδιάστατου ομοιόμορφου χρωματικού χώρου CIELAB



Εικόνα 2.2: Απεικόνιση της διαδικασίας μέτρησης του χρώματος της σάρκας του καρπού

2.4.3.2. Νωπό βάρος και διαστάσεις καρπού

Το νωπό βάρος του καθενός από τους 10 καρπούς προσδιορίστηκε με ζύγιση σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων (model EW 600-ZM, Balingen, Germany). Με τη χρήση ενός ηλεκτρονικού παχύμετρου, μετρήθηκε το ύψος και το πλάτος του κάθε καρπού, με το πλάτος να μετράται στο παχύτερο σημείο στον ισημερινό.

2.4.3.3. Σκληρότητα σάρκας

Η μέτρηση της σκληρότητας της σάρκας του καρπού υλοποιήθηκε με τη συνδρομή ενός ηλεκτρονικού πενετρόμετρου Turoni (53205 Digital Fruit Pressure Tester, Forli, Italy), ύστερα από αφαίρεση του φλοιού σε δύο αντιδιαμετρικές περίπου πλευρές του καρπού. Το έμβολο που χρησιμοποιήθηκε στη μέτρηση είχε διάμετρο 11 mm. Οι τιμές που καταγράφηκαν από το όργανο αντιστοιχούσαν σε μονάδα μέτρησης kgF (κιλά δύναμης), ενώ εν συνεχεία μετατράπηκαν σε N (Newton) πολλαπλασιάζοντας επί 9,81 (Εικ. 2.3.)



Εικόνα 2.3: Απεικόνιση της διαδικασίας μέτρησης της σκληρότητας της σάρκας του καρπού

2.4.3.4. Περιεκτικότητα του χυμού σε διαλυτά στερεά συστατικά

Πραγματοποιήθηκε λήψη δύο αντιδιαμετρικών τμημάτων του περικαρπίου (σάρκα και φλοιός), εκτεινόμενων από τον ποδίσκο έως τη βάση του καρπού, για κάθε καρπό της εκάστοτε επανάληψης και μετά τη χυμοποίησή τους, μετρήθηκε για κάθε επανάληψη η περιεκτικότητα των διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ) (%). Αυτό επιτελέστηκε με τη χρήση ενός επιτραπέζιου ηλεκτρονικού διαθλασίμετρου (Pocket Refractometer Pal-1, ATAGO, Tokyo, Japan).

2.4.3.5. Οξύτητα χυμού

Στον ανωτέρω χυμό υλοποιήθηκε μέτρηση του pH διαμέσου ενός πεχαμέτρου Hanna Instruments (HI 9024 pH meter, Woodsocket, RI, USA). Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε τιτλοδότηση αραιωμένου χυμού (1:10) με 0,1 N NaOH μέχρι τιμή pH=8,2 και εν τέλει, η οξύτητα του χυμού εκφράστηκε, με τη χρήση κατάλληλου συντελεστή, σε ποσοστό περιεκτικότητας μηλικού οξέος.

2.4.3.6. Ποσοστό ξηράς ουσίας καρπού

Για τη μέτρηση του ποσοστού ξηράς ουσίας, ζυγίστηκε το νωπό βάρος (N.B) δύο λεπτών τεμαχίων καρπού που λήφθηκαν από 5 τυχαίους καρπούς του συνόλου της κάθε επανάληψης (δύο τεμάχια ανά καρπό). Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε φούρνο στους 80 °C και με το πέρας της ξήρανσής τους, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος (Ξ.Β). Το ποσοστό % ξηράς ουσίας (% Ξ.Ο) υπολογίστηκε σύμφωνα με τον κάτωθι τύπο:

$$(\% \text{ Ξ.Ο}) = [(\text{Ξ.Β} / \text{N.B})] * 100$$

2.4.3.7. Προετοιμασία εκχυλίσματος για τον υπολογισμό των συνολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών

Σε κάθε έναν από τους 5 καρπούς της κάθε επανάληψης που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του ποσοστού της ξηράς ουσίας, λήφθηκαν επιπλέον δύο τεμάχια καρπού για την παρασκευή των εκχυλισμάτων. Κατόπιν, αφού έγινε πολτοποίηση των τεμαχίων, πάρθηκαν 5 g πολτοποιημένου ιστού σε σωλήνα φυγοκέντρησης και ομογενοποιήθηκαν με 25 mL μεθανόλης. Ακολούθησε φυγοκέντρηση στις 4000 στροφές/λεπτό για 10 λεπτά και έπειτα έγινε λήψη του υπερκείμενου σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL, στο οποίο και θα ακολουθούσε η ποσοτικοποίηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας (Εικ. 2.4).



Εικόνα 2.4: Απεικόνιση της διαδικασίας της προετοιμασίας του εκχυλίσματος για τον υπολογισμό των συνολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών

2.4.3.8. Περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών συστατικών των καρπών διεξήχθη με κάποιες μετατροπές της μεθόδου που περιγράφηκε αρχικά από τους Swain και Hillis (1959) και η οποία στηρίζεται στο γεγονός ότι τα ολικά φαινολικά, υπό συγκεκριμένες συνθήκες ανάλυσης, αντιδρούν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu και σχηματίζουν ένα έγχρωμο (κυανό) σύμπλοκο με μέγιστο απορρόφησης στα 760 nm. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσής τους έγινε σε 2 mL του παραχθέντος εκχυλίσματος. Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν τα 2 mL του εκχυλίσματος (για το λευκό – blank 2 mL απιονισμένου νερού), 2 mL απιονισμένου νερού και 10 mL αραιωμένου με νερό (1:10) διαλύματος Folin-Ciocalteu συγκέντρωσης 2 N. Ακολούθησε ομογενοποίηση με Vortex για λίγα δευτερόλεπτα. Ύστερα από 30 δευτερόλεπτα έως 8 λεπτά προστέθηκαν 8 mL διαλύματος 1 N Na_2CO_3 , έγινε ομογενοποίηση με Vortex και τα διαλύματα παρέμειναν για μία ώρα στους 30 °C στο σκοτάδι. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν στους 5 °C για περίπου 5 λεπτά και, αφού ψύχθηκαν, παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 5 – 10 λεπτά. Συνακόλουθα, πραγματοποιήθηκε μέτρηση της απορρόφησης του φωτός στα 760 nm σε φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, K Lab Co. Ltd, Daejeon, Korea) (Εικ. 2.5). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκφράστηκαν σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 g νωπού βάρους καρπού. Η κατασκευή της πρότυπης καμπύλης αναφοράς υλοποιήθηκε με μέτρηση της απορρόφησης σε διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης γαλλικού οξέος, τα οποία προέκυψαν από αραιώσεις πυκνού διαλύματος γαλλικού οξέος (5 mg mL⁻¹).



Εικόνα 2.5: Απεικόνιση της συσκευής μέτρησης της απορρόφησης του φωτός (φασματοφωτόμετρο)

2.4.3.9. Αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών (σάρκας και φλοιού) επετεύχθη διαμέσου της εφαρμογής δύο επιμέρους μεθοδολογιών: α) με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH και β) με τη δοκιμή FRAP.

- Η μέθοδος της ελεύθερης ρίζας DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Ο προσδιορισμός της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας βάσει της μεθόδου της ελεύθερης ρίζας DPPH, γίνεται με την εφαρμογή της τροποποιημένης μεθόδου των Brand-Williams et al. (1995), σύμφωνα με την οποία, τα αντιοξειδωτικά μόρια έχουν την ικανότητα αλληλεπίδρασης με τη ρίζα DPPH. Η ρίζα DPPH είναι μία σταθερή ρίζα, μωβ χρώματος, η οποία έχει μέγιστο απορρόφησης στα 517 nm. Όταν προστεθεί μια ουσία με αντιοξειδωτική δράση σε διάλυμα DPPH, τότε η ρίζα υφίσταται αναγωγή, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα, αφενός τη μεταβολή του χρώματος του διαλύματος από μωβ σε κίτρινο, μεταβολή που είναι ανάλογη της συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας, αφετέρου, την αντίστοιχη μείωση της οπτικής απορρόφησης στα 517 nm. Η μεταβολή της απορρόφησης προσδιορίζεται φασματοφωτομετρικά. Για τη μέτρηση τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 100 μL από το μεθανολικό εκχύλισμα (για το λευκό – blank 100 μL μεθανόλης) και 2900 μL DPPH συγκέντρωσης 100 μM . Στη συνέχεια, αφού τα διαλύματα ομογενοποιήθηκαν με Vortex, αφέθηκαν στο σκοτάδι για 30 min ακριβώς και αμέσως μετά μετρήθηκε η απορρόφησή τους στα 517 nm με το φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP. Η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος εκτιμήθηκε με βάση την πρότυπη καμπύλη αναφοράς

του L-ασκορβικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα μmol L-ασκορβικού οξέος ανά g νωπού βάρους καρπού.

- Η δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Ferric ion Reducing Antioxidant Power, FRAP)

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας του εκχυλίσματος σάρκας και φλοιού των καρπών σύμφωνα τη μέθοδο αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Ferric ion Reducing Antioxidant Power, FRAP), όπως περιγράφεται από τους Benzie και Strain (1996), στηρίζεται στο γεγονός ότι σε όξινες συνθήκες, τα εκχυλίσματα έχουν την ικανότητα να ανάγουν τον Fe^{+3} σε Fe^{+2} παρουσία 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός έγχρωμου συμπλόκου Fe^{+2} -TPTZ, μπλε χρώματος, το οποίο έχει μέγιστο απορρόφησης ακτινοβολίας στα 593 nm. Για τη μέτρηση, πρώτα παρασκευάστηκε το φρέσκο διάλυμα εργασίας FRAP με ανάμιξη 50 mL ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος pH=3,6 και συγκέντρωσης 300 mM, 5 mL (TPTZ) 10 mM σε 40 mM HCl και 5 mL τριχλωριούχου σιδήρου 20 mM (αναλογία τελικού διαλύματος 10:1:1). Κατόπιν, σε δοκιμαστικό σωλήνα έγινε ανάμιξη 50 μL μεθανολικού εκχυλίσματος με 2950 μL διαλύματος εργασίας FRAP, ακολούθησε ομογενοποίηση με Vortex, τοποθέτηση σε υδατόλουτρο στους 37 °C για 4 min ακριβώς και ύστερα μετρήθηκε η απορρόφηση του διαλύματος στα 593 nm με το φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP. Η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος εκτιμήθηκε με βάση την πρότυπη καμπύλη αναφοράς του L-ασκορβικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα μmol L-ασκορβικού οξέος ανά g νωπού βάρους καρπού.

2.4.4. Μεταχείριση –δακτυλίωση

Στις 22/06/2020 (τέσσερις εβδομάδες μετά την δακτυλίωση) και στις 04/09/2020 (αρχές Σεπτεμβρίου) πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων, για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη, του ποσοστού % ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους των φύλλων, στα δένδρα που είχαν υποστεί δακτυλίωση και στους αντίστοιχους μάρτυρες του αγρού με την κωδική ονομασία ΣΠΑΝ.

Συγκεκριμένα, σε καθένα από τα τρία δένδρα του πειράματος ελήφθησαν 30 φύλλα καθώς και από κάθε δένδρο του μάρτυρα.

Κάθε ξεχωριστό δείγμα τοποθετήθηκε σε μεγάλη πλαστική σακούλα, σφραγίστηκε, και κατόπιν διατηρήθηκε σε ψυγείο κοινής ψύξης έως το πρωί της επόμενης ημέρας, ημέρα κατά την οποία διεκπεραιώθηκαν οι προαναφερθείσες μετρήσεις στο εργαστήριο Δενδροκομίας.

2.4.4.1. Ποσοστό % ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος φύλλων

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των φύλλων, από τους ετήσιους βλαστούς, από το μέσον και προς τη βάση, πάρθηκαν έξι μακροσκοπικά, υγιή φύλλα από κάθε επανάληψη με συνολικά τέσσερις επαναλήψεις. Για τη μέτρηση του ποσοστού % ξηράς ουσίας των φύλλων της κάθε επανάληψης, με τη βοήθεια ενός διακορευτή διαμέτρου 9,3 mm, λήφθηκαν 12 συνολικά δίσκοι από τα 6 φύλλα, αποφεύγοντας, όσο αυτό ήταν δυνατό, τα νεύρα των ελασμάτων. Κατόπιν, οι δίσκοι των φύλλων ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων και λήφθηκε η τιμή του νωπού βάρους (N.B). Ακολούθησε ξήρανση σε φούρνο στους 80 °C, μέχρις ότου οι δίσκοι να θρυμματίζονται με εφαρμογή απλής πίεσης και στη συνέχεια οι ξηροί, πλέον, δίσκοι ζυγίστηκαν για τη λήψη του ξηρού βάρους (Ξ.B). Ο υπολογισμός του ποσοστού % ξηράς ουσίας των φύλλων (% Ξ.Ο) έγινε σύμφωνα με τον τύπο:

$$(\% \Xi.O) = [(\Xi.B) / (N.B)] * 100$$

Το ειδικό βάρος των φύλλων (Ε.Β.Φ) υπολογίστηκε βάσει του τύπου (εκφρασμένο σε g m⁻²):

$$(E.B.\Phi) = [(\Xi.B) / (\text{επιφάνεια 12 δίσκων})]$$

2.4.4.2. Περιεκτικότητα χλωροφύλλης

Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε μέσω της εφαρμογής της αναλυτικής μεθόδου που περιγράφεται από τους Wintermans και Motts (1965). Ειδικότερα, από τα 6 φύλλα της κάθε επανάληψης λήφθηκαν 6 δίσκοι με τη χρήση ενός διακορευτή διαμέτρου 6 mm, ζυγίστηκαν για τον υπολογισμό του νωπού βάρους και αφού τεμαχίστηκαν, εναποτέθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα screw top που περιείχε 15 mL αιθυλικής αλκοόλης 95% και σφραγίστηκαν. Ακολούθησε παραμονή σε υδατόλουτρο στους 80 °C έως τον αποχρωματισμό των τεμαχισμένων δίσκων και κατόπιν οι σωλήνες διατηρήθηκαν σε συνθήκες σκότους ώστε να ψυχθούν. Στη συνέχεια, αφού πραγματοποιήθηκε ομογενοποίηση σε Vortex, έγινε μέτρηση της απορρόφησης με φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, K Lab Co. Ltd, Daejeon, Korea) στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας. Ακολούθως, σύμφωνα με τους κάτωθι τύπους, υπολογίστηκε η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη α (Χλωρ. α) και β (Χλωρ. β) σε μg/mL αιθανόλης και σε ολική χλωροφύλλη (Συνολ. Χλωρ.)

$$\text{Χλωροφύλλη } \alpha: \text{Χλωρ. } a = 13.7 * A_{665} - 5.76 * A_{649}$$

$$\text{Χλωροφύλλη } \beta: \text{Χλωρ. } b = 25.8 * A_{649} - 7.6 * A_{665}$$

$$\text{Ολική χλωροφύλλη: Συνολ. Χλωρ.} = \text{Χλωρ. } a + \text{Χλωρ. } b$$

Ακολούθησε υπολογισμός της συγκέντρωσης κάθε χλωροφύλλης σε mg ανά g ξηράς ουσίας και ανά m², και του λόγου της χλωροφύλλης α προς χλωροφύλλη β.

2.4.5. Μεταχείριση ασβεστίων (CaCl₂, Θεόφραστος)

Στις 14/07/2020 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων για φυλλοδιαγνωστική ανά μεταχείριση, 30 φύλλα ανά δένδρο από κάθε μεταχείριση και από τα δένδρα μάρτυρας, συνολικά συλλέχθηκαν 3X30= 90 φύλλα ανά μεταχείριση.

Στις 15/10/2020 στη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε:

A) συλλογή μερικών καρπών ανά μεταχείριση για ανάλυση ανόργανων θρεπτικών και

B) συλλογή 60-100 καρπών ανά πειραματικό δένδρο (3 χλωριούχο ασβέστιο, 3 Θεόφραστος, 3 μάρτυρας) για μέτρηση ποιότητας στη συγκομιδή, συντήρηση με ή χωρίς 1 – MCP, μωλωπισμούς στο εργαστήριο, ευαισθησία στο πενικίλιο.

2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων διενεργήθηκε με Ανάλυση Παραλλακτικότητας με συνήθως δύο παράγοντες, το χρόνο και τη μεταχείριση. Η ανάλυση υλοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS 26.0, SPSS Inc., Chicago, U.S.A.). Οι μέσοι όροι διαχωρίστηκαν με Duncan και Student's t test.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Χημικό αραίωμα

3.1.1. Επίδραση της εφαρμογής με θειασβεστίο το 2020 στο αραίωμα των καρπών στον αγρό ΚΟΝ

Ο αριθμός ανθέων ανά βραχίονα είχε σημαντική παραλλακτικότητα, καθώς, ενώ ο απόλυτος μέσος όρος ήταν υψηλότερος στη μεταχείριση θειασβεστίου, δεν βρέθηκε στατιστικά υψηλότερος (Πίν. 3.1). Η εφαρμογή του θειασβεστίου δεν μείωσε (αντίθετα, αύξησε) τον αριθμό των ανθέων ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα συγκριτικά με τον μάρτυρα, και δεν επηρέασε τον αριθμό καρπιδίων ανά βραχίονα και τον αριθμό καρπιδίων ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βλαστού. Αλλά το % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων (ποσοστό αρχικής καρπόδεσης) ήταν μικρότερο στη μεταχείριση του θειασβεστίου σε σχέση με το % καρπόδεσης του μάρτυρα (Πίν. 3.1).

Επομένως η χρήση του θειασβεστίου (απαραίτητα με τη βοήθεια προσκολλητικού) στη συγκεκριμένη συγκέντρωση είναι πιθανό ότι **μπορεί να αξιοποιηθεί επιτυχώς για το χημικό αραίωμα στην ποικιλία ‘Φιρίκι’** διατηρώντας έναν ικανοποιητικό αριθμό καρπιδίων. Το επόμενο έτος θα ληφθούν παρατηρήσεις κατά την άνθιση και μετά την καρπόδεση για να διαπιστωθεί αν το χημικό αραίωμα με θειασβεστίο δύναται να επηρεάσει την καρποφορία της επόμενης χρονιάς.

Επίσης, στο ίδιο αγροτεμάχιο έγινε καταμέτρηση του αριθμού των ανθέων ανά ταξιανθία στην κορυφή ετήσιου βλαστού και σε αιχμή ως χαρακτηριστικά της ποικιλίας ‘Φιρίκι’ (Πίν. 3.2). Δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο θέσεων ανθοφορίας, αλλά βρέθηκε μια αναμενόμενη τάση, στην κορυφή βλαστού να διαμορφώνονται περισσότερα άνθη σε σχέση με τις αιχμές.

Πίνακας 3.1 Αριθμός ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα (ΕΔΒ), αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα ΕΔΒ και % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων των μεταχειρίσεων του Μάρτυρα και του Θειασβεστίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μεταχείριση	Αριθμός ανθέων ανά βραχίονα	Αριθμός ανθέων ανά μονάδα ΕΔΒ (cm ²)	Αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα	Αριθμός καρπιδίων ανά μονάδα ΕΔΒ (cm ²)	% καρπι- δίων στο σύνολο των ανθέων
Μάρτυρας	121	42b	29	9,9	29a
Θειασβεστίο	160	65a	24	9,6	17b
Σημαντικότητα	NS	*	NS	NS	*

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Πίνακας 3.2 Αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία στην κορυφή ετήσιου βλαστού και σε αιχμή.

	Αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία στην κορυφή ετήσιου βλαστού	Αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία σε αιχμή
Μέσος όρος	6,6	5,7
Μέγιστο	11	7
Ελάχιστο	5	4
Τυπική απόκλιση	1,3	0,7

3.1.2. Επίδραση της εφαρμογής με Exilis (2% 6-BA) + TONIFRUIT 1 SP (1% NAA) το 2020 στο αραίωμα των καρπών στον αγρό ΚΟΝ

Πραγματοποιήθηκε χημικό αραίωμα των καρπών με τη συνδυαστική εφαρμογή των σκευασμάτων Exilis (2% 6-BA) + TONIFRUIT 1 SP (1% NAA). Αρχικά επιλέχθηκαν 16 βραχίονες σε μερικά δένδρα και μετρήθηκαν οι ανθοφόροι οφθαλμοί όταν είχαν διαχωριστεί τα άνθη (30/04/2020). Στους 8 των ανωτέρω βραχιόνων και περίπου επτά με δέκα ημέρες μετά την πτώση των πετάλων (15/05/2020) έλαβε χώρα η εφαρμογή των σκευασμάτων Exilis (2% 6-BA) + TONIFRUIT 1 SP (1% NAA) σε δοσολογίες 120 ppm και 100 ppm, αντίστοιχα, δραστικής ουσίας με προσκολλητικό (εφαρμόστηκαν 600 mL Exilis στα 100 L + 500 mL NAA στα 100 L).

Στην άνθιση καταμετρήθηκε ο αριθμός ταξιανθιών και υπολογίστηκε ο αριθμός ανθέων ανά βραχίονα και ο αριθμός ανθέων ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βλαστού. Οι βλαστοί που κατόπιν δέχθηκαν ψεκασμό με Exilis (2% 6-BA) + TONIFRUIT 1 SP (1% NAA) είχαν παρόμοιο αριθμό ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βλαστού με τους βλαστούς του μάρτυρα (Πίν. 3.3). Η εφαρμογή του μίγματος 6-BA και NAA μείωσε σημαντικά τον αριθμό των καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα συγκριτικά με τον Μάρτυρα (Πίν. 3.3). Τέλος, το % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων (ποσοστό % αρχικής καρπόδεσης) στους βλαστούς που δέχθηκαν το μίγμα 6-BA και NAA ήταν σημαντικά μικρότερο (κατά 52%) από το αντίστοιχο ποσοστό των βλαστών του μάρτυρα.

Πίνακας 3.3 Αριθμός ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα (ΕΔΒ), αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα ΕΔΒ και % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων των μεταχειρίσεων

του Μάρτυρα και του 6-BA + NAA. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μεταχείριση	Αριθμός ανθέων ανά βραχίονα	Αριθμός ανθέων ανά μονάδα ΕΔΒ (cm ²)	Αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα	Αριθμός καρπιδίων ανά μονάδα ΕΔΒ (cm ²)	% καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων
Μάρτυρας	126	29,7	15,5a	3,7a	13,1a
6-BA + NAA	112	29,4	6,0b	1,6b	6,8b
Σημαντικότητα	NS	NS	***	***	**

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

3.2. Δακτυλίωση

3.2.1 Επίδραση της εφαρμογής δακτυλίωσης βραχιόνων του 2019 στην ανθοφορία της επόμενης χρονιάς (2020) στον αγρό ΒΑΡ

Στις 11/5/2019 είχε πραγματοποιηθεί δακτυλίωση στο αγρόκτημα του ΒΑΡ σε βραχίονες με αρκετή καρποφορία από τέσσερα δένδρα.

Έγινε και μέτρηση της περιμέτρου βραχίονα ακριβώς στο σημείο της δακτυλίωσης. Ένα χρόνο μετά, στις 30/4/2020 μετρήθηκαν ο αριθμός των ανθοφόρων οφθαλμών στο διαχωρισμό των ταξιανθιών, ο αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία, και η διάμετρος του βραχίονα πάνω από τη δακτυλίωση και συγκρίθηκαν με τον μάρτυρα. Υπολογίστηκαν ο αριθμός ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βλαστού. Ένα μήνα αργότερα μετρήθηκε και ο αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα και υπολογίστηκε ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βλαστού.

Λόγω της παρεννιαυτοφορίας που παρουσιάζει η ποικιλία 'Φιρίκι', οι βραχίονες του Μάρτυρα είχαν ελάχιστο αριθμό ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βλαστού, ενώ οι βραχίονες που είχαν δεχθεί δακτυλίωση το 2019 είχαν σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό ανθέων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βλαστού (Πίν. 3.4). Κατά την καταμέτρηση των καρπιδίων, βρέθηκε μηδενική καρποφορία στον μάρτυρα, ενώ στους βλαστούς που είχαν δεχθεί δακτυλίωση της προηγούμενης χρονιάς επιτεύχθηκε μία ικανοποιητική καρποφορία εκφραζόμενη είτε σαν αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα είτε σαν αριθμός καρπιδίων ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα με ποσοστό καρπόδεσης λίγο κατώτερο του 20% (Πίν. 3.4).

Πίνακας 3.4 Αριθμός ανθέων και καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα (ΕΔΒ) το 2020 στα δένδρα των μεταχειρίσεων του Μάρτυρα και της Δακτυλίωσης που διενεργήθηκε το 2019

στον αγρό ΒΑΡ. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μεταχείριση	Αριθμός ανθέων ανά βραχίονα	Αριθμός ανθέων ανά μονάδα ΕΔΒ (cm ²)	Αριθμός καρπιδίων ανά βραχίονα	Αριθμός καρπιδίων ανά μονάδα ΕΔΒ (cm ²)
Μάρτυρας	16	0,3	0	0
Δακτυλίωση 2019	874	8,2	163	1,6
Σημαντικότητα	***	***	***	***

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

3.2.2 Επίδραση της εφαρμογής δακτυλίωσης βραχιόνων τον Μάιο του 2020 στο ποσοστό % ξηράς ουσίας, στο ειδικό βάρος των φύλλων και στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων του 2020 στον αγρό ΣΠΑΝ

Στο αγρόκτημα του παραγωγού ΣΠΑΝ επιλέχθηκαν τρία δένδρα φιρικιάς με αρκετή καρποφορία για την εφαρμογή δακτυλίωσης. Στις 22/5/20, δύο εβδομάδες μετά την πτώση πετάλων, επισημάνθηκαν τρεις βραχίονες (ένας ανά δένδρο) για εφαρμογή της δακτυλίωσης και τρεις βραχίονες των ίδιων δέντρων χρησιμοποιήθηκαν ως Μάρτυρες. Την ίδια ημέρα έγινε καταμέτρηση του αριθμού ταξικαρπιών επί των βραχιόνων της Δακτυλίωσης και των βραχιόνων του Μάρτυρα ανά δένδρο. Στη συνέχεια επιλέχθηκαν 10 ταξικαρπίες ανά μεταχείριση και καταγράφηκε ο αριθμός των καρπιδίων ανά ταξικαρπία. Αυτές οι παρατηρήσεις λήφθηκαν για να μελετηθεί η επίδραση της δακτυλίωσης στην καρποφορία του επόμενου έτους του 2021.

Στις 21/6/2020 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη, του ποσοστού % ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους των φύλλων. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ως προς όλα τα χαρακτηριστικά των φύλλων, ήτοι τα φύλλα των δακτυλιωμένων βραχιόνων είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας, ειδικό βάρος, συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών ανά μονάδα ξηράς ουσίας και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου με τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 3.5).

Πίνακας 3.5 Επίδραση της δακτυλίωσης στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και στο ειδικό βάρος των φύλλων, στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων εκφρασμένη ανά μονάδα ξηράς ουσίας και επιφάνειας φύλλου δένδρων Φιρικής του αγροτεμαχίου ΣΠΑΝ στις 21/6/2020.

Μεταχείριση	Ξ.Ο. φύλλου (%)	Ειδ. Βάρος (mg cm ⁻²)	Χλωρ. a (mg g ⁻¹ ξ.ο.)	Χλωρ. b (mg g ⁻¹ ξ.ο.)	Ολική Χλωρ. (mg g ⁻¹ ξ.ο.)	Χλωρ. a (mg m ⁻²)	Χλωρ. a /Χλωρ. b	Χλωρ. b (mg m ⁻²)	Ολική Χλωρ. (mg m ⁻²)
Μάρτυρας	37,7	7,54	6,22	1,55	7,78	457	4,03	114	571
Δακτυλίωση	37,3	7,65	6,12	1,53	7,66	446	3,98	112	557
Σημαντικότητα	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

3.2.3. Επίδραση της περιόδου δειγματοληψίας στα χαρακτηριστικά των φύλλων των δένδρων μηλιάς Φιρικής του αγρού ΣΠΑΝ

Συνολικά, το ποσοστό % ξηράς ουσίας των φύλλων σημείωσε αύξηση κατά 33,1% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.6). Αυτό βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Συνολικά, τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τα φύλλα του μάρτυρα. Αλλά, τον Ιούνιο, τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ τον Σεπτέμβριο, τα φύλλα της δακτυλίωσης εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα.

Το ειδικό βάρος των φύλλων (Ε.Β.Φ) παρουσίασε συνολικά αύξηση της τάξεως του 14,5% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.6). Αυτή η αύξηση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή Ε.Β.Φ με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Πίνακας 3.6: Επίδραση της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας και της μεταχείρισης της δακτυλίωσης στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και στο ειδικό βάρος των φύλλων μηλιάς Φιρικής στον αγρό ΣΠΑΝ. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Χρόνος	Μτχ.	Ξ.Ο	Ε.Β.Φ
--------	------	-----	-------

		(%)	(mg cm ⁻²)
21/6/20			
	Μάρτυρας	37,7 c	7,5b
	Δακτυλίωση	37,3 c	7,7b
02/9/20			
	Μάρτυρας	44,7 b	8,6a
	Δακτυλίωση	55,0 a	8,8a
Σημαντ.	Χρόνος	***	***
	Μεταχείρ.	***	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a των φύλλων, ανά μονάδα ξηράς ουσίας, παρουσίασε συνολική μείωση κατά 24,2% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή χλωροφύλλης a με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b των φύλλων, ανά μονάδα ξηράς ουσίας, παρουσίασε συνολική μείωση κατά 19,5% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή χλωροφύλλης b με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Η συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης των φύλλων, ανά μονάδα ξηράς ουσίας, μειώθηκε κατά 23,35% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή ολικής χλωροφύλλης με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Συνολικά, **ο λόγος χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b** κατέδειξε μείωση της τάξεως του 5,5% από τον Ιούνιο στο Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7). Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοιο λόγο χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Πίνακας 3.7: Επίδραση της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας και της μεταχείρισης στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων εκφρασμένη ανά μονάδα ξηράς ουσίας και στο λόγο Χλωρ. a/Χλωρ. b δένδρων Φιρικής στον αγρό ΣΠΑΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Χρόνος	Μτχ	Χλωρ. a (mg g ⁻¹ ξ.ο)	Χλωρ. b (mg g ⁻¹ ξ.ο)	Συνολ. Χλωρ. (mg g ⁻¹ ξ.ο)	Χλωρ. a/ Χλωρ. b
21/6/20					
	Μάρτυρας	6,2a	1,6a	7,8a	4,0a
	Δακτυλίωση	6,1a	1,5a	7,6a	4,0a
2/9/20					
	Μάρτυρας	4,7b	1,2b	5,9b	3,8b
	Δακτυλίωση	4,6b	1,3b	5,9b	3,7b
Σημαντ.	Χρόνος	***	***	***	***
	Μεταχείρ	NS	NS	NS	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a, εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλων, μειώθηκε στο σύνολο των μετρήσεων κατά 16,3% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.8). Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή χλωροφύλλης a με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Συνολικά, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b, εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλων, παρουσίασε μείωση της τάξεως του 10,6% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.8). Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή χλωροφύλλης b με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης, εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλων, μειώθηκε κατά 14,9% από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο (Πίν. 3.8). Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή συνολικής χλωροφύλλης με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Πίνακας 3.8: Επίδραση της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας και της μεταχείρισης στη συγκέντρωση χλωροφύλλης φύλλων εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου δένδρων Φιρικής στον αγρό ΣΠΑΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Χρόνος	Μτχ.	Χλωρ. a (mg m ⁻²)	Χλωρ. b (mg m ⁻²)	Συνολ. Χλω ρ(mg m ⁻²)
21/6/20				
	Μάρτυρας	460,0a	113,9a	570,7a
	Δακτυλίωση	445,7a	111,8a	557,3a
02/9/20				
	Μάρτυρας	374,5b	98,3b	472,9b
	Δακτυλίωση	383,8b	104,0b	487,7b
Σημαντ.	Χρόνος	***	***	***
	Μτχ.	NS	NS	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$ Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

3.2.4. Ποιότητα των καρπών στην εμπορική συγκομιδή

Στον πειραματικό αγρό με την κωδική ονομασία ΣΠΑΝ η παράμετρος a^* του χρώματος του φλοιού παρουσίασε υψηλότερη τιμή στο φλοιό των καρπών της δακτυλίωσης από το φλοιό των καρπών του μάρτυρα, ενώ οι τιμές L^* και b^* του χρώματος του φλοιού ήταν παρόμοιες μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 3.9). Στον ίδιο πειραματικό αγρό οι παράμετροι του χρώματος L^* , a^* και b^* της σάρκας εμφάνισαν τιμές παρόμοιες μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, της δακτυλίωσης και του μάρτυρα (Πίν. 3.9).

Πίνακας 3.9: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2020 στις παραμέτρους χρώματος L^* , a^* και b^* φλοιού και σάρκας καρπών μηλιάς Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή στον πειραματικό αγρό ΣΠΑΝ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	L^* φλοιού	a^* φλοιού	b^* φλοιού	L^* σάρκας	a^* σάρκας	b^* σάρκας
Μάρτυρας	72,7a	-4,7b	38,0a	87,2a	-7,1a	20,3a
Δακτυλίωση	72,2a	-4,1a	37,4a	86,9a	-7,0a	21,0a
Σημαντ.	NS	*	NS	NS	NS	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Στον πειραματικό αγρό με την κωδική ονομασία BAP η παράμετρος L* του χρώματος του φλοιού των μήλων παρουσίασε παρόμοια τιμή στο φλοιό των καρπών της δακτυλίωσης με το φλοιό των καρπών του μάρτυρα, ενώ οι τιμές a* και b* του χρώματος του φλοιού παρουσίασαν μικρότερη και υψηλότερη τιμή, αντίστοιχα, στη δακτυλίωση από το μάρτυρα (Πίν. 3.10).

Στον ίδιο πειραματικό αγρό η παράμετρος φωτεινότητας L* του χρώματος της σάρκας παρουσίασε υψηλότερη τιμή στη δακτυλίωση από το μάρτυρα, ενώ οι παράμετροι χρώματος της σάρκας a* και b* είχαν παρόμοιες τιμές στους καρπούς των δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 3.10).

Πίνακας 3.10: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2019 στις παραμέτρους χρώματος L*, a* και b* φλοιού και σάρκας καρπών μηλιάς Φιρικιάς στην εμπορική συγκομιδή στο αγροτεμάχιο BAP της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). N=4.

Μτχ	L* φλοιού	a* φλοιού	b* φλοιού	L* σάρκας	a* σάρκας	b* σάρκας
Μάρτυρας	78,3 a	-14,3 a	41,6 b	86,5 b	-7,5a	21,5a
Δακτυλίωση	77,7a	-15,2 b	42,7 a	87,0 a	-7,5a	21,2a
Σημαντ.	NS	*	*	*	NS	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν το 2020 είχαν παρόμοιες τιμές σκληρότητας σάρκας και διαλυτών στερεών στο χυμό των καρπών σε σχέση με το μάρτυρα (Πίν. 3.11). Στους καρπούς της μεταχείρισης της δακτυλίωσης η οξύτητα χυμού ήταν χαμηλότερη και ο λόγος διαλυτών στερεών προς οξύτητα του χυμού ήταν υψηλότερος από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.11).

Πίνακας 3.11: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2020 στις παραμέτρους ποιότητας καρπού και χυμού Φιρικιάς στην εμπορική συγκομιδή: σκληρότητα σάρκας, Δ.Σ.Σ: διαλυτά στερεά συστατικά, οξύτητα και Δ.Σ.Σ./Οξύτητα στο αγροτεμάχιο ΣΠΑΝ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). N=4.

Μτχ	Σκληρότητα σάρκας (kgF)	Δ.Σ.Σ. (%)	Οξύτητα (%)	Δ.Σ.Σ./Οξύτητα
Μάρτυρας	7,8a	11,9a	0,13a	93,2b
Δακτυλίωση	7,1a	11,7a	0,11b	106,2a
Σημαντ.	NS	NS	*	*

Τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν την προηγούμενη χρονιά (το 2019) ήταν πιο σκληρά από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Τα μήλα των δακτυλιωμένων κλάδων είχαν χαμηλότερες τιμές διαλυτών στερεών και οξύτητας στο χυμό των καρπών σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.12). Τέλος, ο λόγος διαλυτών στερεών προς οξύτητα του χυμού των μήλων της δακτυλίωσης είχε μεγαλύτερη τιμή από τον λόγο διαλυτών στερεών προς οξύτητα χυμού των καρπών του μάρτυρα (Πίν. 3.12).

Πίνακας 3.12: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2019 στις παραμέτρους καρπού και χυμού μήλων Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή: σκληρότητα σάρκας, Δ.Σ.Σ: διαλυτά στερεά συστατικά, οξύτητα και Δ.Σ.Σ./Οξύτητα στο αγροτεμάχιο ΒΑΡ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	Σκληρότητα σάρκας (kgF)	Δ.Σ.Σ. (%)	Οξύτητα (%)	Δ.Σ.Σ./Οξύτητα
Μάρτυρας	7,2b	11,2a	0,19a	60,4b
Δακτυλίωση	7,7a	11,0b	0,13b	82,1a
Σημαντ.	*	*	**	***

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05, ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν το 2020 είχαν μεγαλύτερη μάζα καρπού και παρόμοιες τιμές μήκους καρπού, πλάτους καρπού, μήκος/πλάτος και ποσοστού % ξηράς ουσίας καρπού σε σχέση με τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.13).

Πίνακας 3.13: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2020 στις παραμέτρους ποιότητας καρπού Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή: μάζα καρπού, μήκος καρπού, πλάτος καρπού, μήκος/πλάτος και ποσοστό % ξηράς ουσίας στο αγροτεμάχιο ΣΠΑΝ της περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	Μάζα καρπού (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	Μήκος/πλάτος	Ξηρά ουσία %
Μάρτυρας	61,1b	55,2a	47,2a	1,2a	17,2a
Δακτυλίωση	62,3a	55,2a	47,5a	1,2a	17,1a
Σημαντ.	**	NS	NS	NS	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και ** επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν το 2019 είχαν μικρότερη μάζα καρπού, παρόμοιες τιμές μήκους και πλάτους καρπού, αλλά μικρότερη σχέση μήκους προς πλάτος καρπού από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.14). Επίσης, τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας με τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.14).

Πίνακας 3.14: Επίδραση της μεταχείρισης της δακτυλίωσης έτους 2019 στις παραμέτρους καρπού Φιρικής στην εμπορική συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020: μάζα καρπού, μήκος καρπού, πλάτος καρπού, μήκος/πλάτος και ξηρά ουσία στο αγροτεμάχιο ΒΑΡ της περιοχής Ζαγοράς. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	Μάζα καρπού (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	Μήκος/πλάτος	Ξηρά ουσία %
Μάρτυρας	69,0a	61,3a	49,0a	1,25a	16,7a
Δακτυλίωση	65,4b	56,9b	48,2b	1,18b	16,8a
Σημαντ.	*	NS	NS	*	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά, και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

Τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν το 2020 είχαν παρόμοια συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH, και αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP με τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.15).

Πίνακας 3.15. Επίδραση της δακτυλίωσης τον Μάιο 2020 στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικών συστατικών (με δύο μεθόδους DPPH, FRAP) των μήλων 'Φιρίκι' στον αγρό ΣΠΑΝ κατά τη συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	Ολικά Φαινολ. (mg gallic/g NB)	DPPH (μmol ασκορβ/g NB)	FRAP (μmol ασκορβ/g NB)
Μάρτυρας	0,97	9,05	7,55
Δακτυλίωση	0,97	9,10	7,81
Σημαντ.	NS	NS	NS

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS μη σημαντική διαφορά

Τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν το 2019 είχαν παρόμοια συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH, και χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.16).

Πίνακας 3.16. Επίδραση της δακτυλίωσης τον Μάιο 2019 στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικών συστατικών (με δύο μεθόδους DPPH, FRAP) των μήλων ‘Φιρίκι’ στον αγρό ΒΑΡ κατά τη συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	Ολικά Φαινολ. (mg gallic/g NB)	DPPH (μmol ασκορβ/g NB)	FRAP (μmol ασκορβ/g NB)
Μάρτυρας	0,98a	9,40a	7,30a
Δακτυλίωση	0,93a	8,39a	6,52b
Σημαντ.	NS	NS	*

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS, μη σημαντική διαφορά, και * επίπεδο σημαντικότητας 0,05

3.3. Διαφορές στην ποιότητα καρπών στην εμπορική συγκομιδή μεταξύ των μεταχειρίσεων στον αγρό ΚΟΝ

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο είχαν παρόμοιες τιμές παραμέτρων L^* και a^* χρώματος φλοιού, αλλά υψηλότερη τιμή b^* φλοιού από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.17). Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο είχαν παρόμοιες τιμές L^* και b^* χρώματος σάρκας, αλλά υψηλότερη τιμή a^* σάρκας από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.17).

Επίσης τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστος είχαν υψηλότερες τιμές παραμέτρων L^* , a^* , b^* χρώματος φλοιού από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.17). Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστος είχαν υψηλότερες τιμές L^* και a^* χρώματος σάρκας, αλλά σημαντικά χαμηλότερη τιμή b^* σάρκας από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.17).

Τέλος, τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν υψηλότερες τιμές παραμέτρων L^* , a^* , b^* χρώματος φλοιού από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.17). Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν υψηλότερες τιμές παραμέτρων L^* , a^* , b^* χρώματος σάρκας από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.17).

Πίνακας 3.17: Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής δυο σκευασμάτων ασβεστίου (χλωριούχο ασβέστιο, οργανικό ασβέστιο Θεόφραστος) και της αντιγιβεριλίνης Prohexadione-Ca (Pro-Ca) στα χαρακτηριστικά χρώματος φλοιού και σάρκας καρπού στην εμπορική συγκομιδή μηλιάς Φιρικής στον αγρό ΚΟΝ κατά την εμπορική συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	L* φλοιού	a* φλοιού	b* φλοιού	L* σάρκας	a* σάρκας	b* σάρκας
Control	73,4 c	-15,7c	42,2c	85,3c	-9,4c	23,6b
CaCl ₂	73,9 bc	-15,1 bc	43,0b	85,8bc	-9,0b	23,7b
Theo	74,3 b	-14,4 b	43,0b	86,8a	-8,3a	22,3c
Pro-Ca	75,1 a	-13,2 a	44,1a	86,1b	-8,3a	24,4a
Σημαντ.	*	*	*	*	***	*

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο είχαν υψηλότερη σκληρότητα σάρκας, παρόμοια διαλυτά στερεά, χαμηλότερη οξύτητα και υψηλότερο λόγο Δ.Σ.Σ. προς οξύτητα από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.18).

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστου είχαν υψηλότερη σκληρότητα σάρκας, υψηλότερα διαλυτά στερεά, χαμηλότερη οξύτητα, και υψηλότερο λόγο Δ.Σ.Σ. προς οξύτητα από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.18).

Πίνακας 3.18: Χαρακτηριστικά καρπού και χυμού του καρπού στην εμπορική συγκομιδή μηλιάς Φιρικής στον αγρό ΚΟΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις τρεις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν. Δ.Σ.Σ.: διαλυτά στερεά συστατικά. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	Σκληρότητα Σάρκας (kgF)	Δ.Σ.Σ. (%)	Οξύτητα (%)	Δ.Σ.Σ./ Οξύτητα
Control	6,6c	11,3c	0,17a	67,7c
CaCl ₂	7,8b	12,1c	0,16b	78,4b
Pro-Ca	9,1a	15,4a	0,17a	91,9a
Theo	9,0a	13,0b	0,16b	84,6b
Σημαντ.	***	***	NS	***

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: NS, μη σημαντική διαφορά, και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τέλος, τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν υψηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας, διαλυτών στερεών και λόγου Δ.Σ.Σ. προς οξύτητα και παρόμοιες τιμές οξύτητας με τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.18).

Πίνακας 3.19: Επίδραση της μεταχείρισης στα χαρακτηριστικά καρπού μηλιάς Φιρικής στον αγρό ΚΟΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μεταχείριση	Μάζα Καρπού (g)	Μήκος Καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	Μήκος/πλάτος καρπού	Ξηρά ουσία (%)
Control	83,6a	59,7ab	54,2a	1,1b	17,0c
CaCl ₂	83,2a	61,1a	54,3a	1,1b	18,3b
Pro-Ca	69,2b	58,4b	50,5b	1,2a	20,3a
Theo	84,1a	61,2a	54,9a	1,1b	19,9a
Σημαντικότητα	***	*	***	*	***

Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το student t-test για επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$

Σημαντικότητα: * επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο είχαν παρόμοια μάζα καρπού, παρόμοιο μήκος και πλάτος καρπού και παρόμοιο λόγο μήκος/πλάτος με τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.19). Αλλά, τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.19).

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστου είχαν παρόμοια μάζα καρπού, παρόμοιο μήκος και πλάτος καρπού και παρόμοιο λόγο μήκος/πλάτος με τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.19). Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστου είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.19).

Τέλος τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν χαμηλότερη τιμή μάζας καρπού, παρόμοιο μήκος καρπού, μικρότερο πλάτος καρπού, υψηλότερο λόγο μήκος/πλάτος καρπού, και υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τις αντίστοιχες παραμέτρους του μάρτυρα (Πίν. 3.19).

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο είχαν παρόμοια συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH, αλλά υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP από τα μήλα του μάρτυρα (Πίν. 3.20).

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστος είχαν υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH, και αντιοξειδωτική ικανότητα

FRAP από τα μήλα του μάρτυρα και από τα μήλα που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο (Πίν. 3.20).

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH, και αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP από τα μήλα του μάρτυρα και από τα μήλα που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο (Πίν. 3.20).

Πίνακας 3.20 Επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής δυο σκευασμάτων ασβεστίου (χλωριούχο ασβέστιο, οργανικό ασβέστιο Θεόφραστος) και της αντιγιββερίλης Prohexadione-Ca (Pro-Ca) στη συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικών συστατικών (με δύο μεθόδους DPPH, FRAP) των μήλων ‘Φιρίκι’ στον αγρό ΚΟΝ κατά τη συγκομιδή τον Οκτώβριο 2020. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P=0,05$). $N=4$.

Μτχ	Ολικά φαινολικά (mg gallic/g NB)	DPPH (μmol ασκορβ/g NB)	FRAP (μmol ασκορβ/g NB)
Control	0,77c	6,92c	5,25d
CaCl ₂	0,83c	6,73c	5,68c
Pro-Ca	0,91b	8,37b	6,62a
Theo	0,98a	9,05a	6,32b
Σημαντ.	***	***	***

Σημαντικότητα: *** επίπεδο σημαντικότητας 0,001

3.4. Μετασυλλεκτική ευαισθησία στους μωλωπισμούς

Ο δείκτης κασάνωσης (ΔK) τη χρονική στιγμή της κοπής του καρπού (0 λεπτά) ήταν χαμηλότερος στους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με το ασβέστιο του Θεόφραστου σε σχέση με τους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με το CaCl₂ και τους καρπούς του μάρτυρα χωρίς οι ΔK των καρπών των δύο τελευταίων μεταχειρίσεων να διαφέρουν μεταξύ τους (Πίν. 3.22). Με την πάροδο των 10 λεπτών, ο ΔK συνέχισε να είναι χαμηλότερος στους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με το ασβέστιο του Θεόφραστου σε σχέση με τους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με το CaCl₂ και τους καρπούς του μάρτυρα χωρίς οι καρποί των δύο τελευταίων μεταχειρίσεων να διαφέρουν μεταξύ τους στο ΔK .

Πίνακας 3.21: Δείκτης κασάνωσης (ΔK) και ολική αλλαγή χρώματος (Ο.Α.Χρ.) της σάρκας καρπού μηλιάς Φιρικιάς στον αγρό ΚΟΝ περιοχής Ζαγοράς Πηλίου σε σχέση με το χρόνο και τη μεταχείριση, ως αποτέλεσμα της κοπής και του μωλωπισμού. Μέσοι όροι ανά σειρά που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά ($P \leq 0,05$).

Παράμετρος	Μάρτυρας	CaCl ₂	Θεόφρα- στος	Σημαντ.
Δ.Κ 0 λεπτά	34,0a	32,3a	26,9b	***
Δ.Κ 10 λεπτά	59,7a	59,1a	51,9b	***
Ο.Α.Χρ. 0-10	11,3c	12,7a	12,0b	***
Δ.Κ 20 λεπτά	64,4a	64,0a	58,7b	***
Ο.Α.Χρ 10-20	3,17b	2,24c	4,0a	***
Δ.Κ 30 λεπτά	66,0b	67,4a	61,5c	***
Ο.Α.Χρ. 20-30	2,1a	1,5b	1,7b	***
Δ.Κ 40 λεπτά	68,0b	68,7a	65,2c	***
Ο.Α.Χρ. 30-40	1,41a	0,7b	1,6a	***
Ο.Α.Χρ. 0-40	15,2c	16,5b	18,6a	***

Για το διάστημα από την κοπή μέχρι και τα πρώτα 10 λεπτά, η ολική αλλαγή χρώματος (Ο.Α.Χρ) ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς που είχαν ψεκάσει με το CaCl₂ σε σχέση με τους καρπούς των άλλων δύο μεταχειρίσεων (Πίν. 3.22). Επιπλέον, οι καρποί που είχαν ψεκάσει με το ασβέστιο του Θεόφραστου παρουσίασαν μεγαλύτερη Ο.Α.Χρ από τους καρπούς του μάρτυρα.

Ο δείκτης καστάνωσης στα 20 λεπτά ήταν και πάλι χαμηλότερος στους καρπούς που είχαν ψεκάσει με το ασβέστιο του Θεόφραστου σε σχέση με τους καρπούς που είχαν ψεκάσει με CaCl₂ και με τους καρπούς του μάρτυρα χωρίς ο ΔΚ των μήλων των δύο τελευταίων μεταχειρίσεων να διαφέρει μεταξύ τους (Πίν. 3.22). Η ολική αλλαγή χρώματος για το διάστημα 10 – 20 λεπτών ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς που είχαν ψεκάσει με το ασβέστιο του Θεόφραστου συγκριτικά με το μάρτυρα και τους καρπούς που είχαν ψεκάσει με CaCl₂ (Πίν. 3.22). Επιπλέον, οι καρποί που είχαν ψεκάσει με CaCl₂ έδειξαν μικρότερη Ο.Α.Χρ από τους καρπούς του μάρτυρα.

Στα 30 λεπτά, ο δείκτης καστάνωσης ήταν και πάλι χαμηλότερος στους καρπούς που είχαν ψεκάσει με το ασβέστιο του Θεόφραστου σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ οι καρποί που είχαν ψεκάσει με CaCl₂ είχαν υψηλότερο ΔΚ από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.22).

Για το χρονικό διάστημα των 20 – 30 λεπτών, οι καρποί που είχαν ψεκάσει με το ασβέστιο του Θεόφραστου ή με το CaCl₂ είχαν παρόμοια Ο.Α.Χρ μεταξύ τους και χαμηλότερη Ο.Α.Χρ από το μάρτυρα (Πίν. 3.22).

Ο δείκτης κασπάνωσης και στα 40 λεπτά ήταν και πάλι χαμηλότερος στους καρπούς που είχαν ψεκάστεί με το ασβέστιο του Θεόφραστου σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ οι καρποί που είχαν ψεκάστεί με CaCl_2 είχαν υψηλότερο ΔΚ από τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.22).

Η ολική αλλαγή χρώματος μεταξύ των 30 – 40 λεπτών στους καρπούς που ψεκάστηκαν με το ασβέστιο του Θεόφραστου ήταν παρόμοια με τους καρπούς του μάρτυρα, ενώ η Ο.Α.Χρ στους καρπούς που ψεκάστηκαν με CaCl_2 ήταν μικρότερη από την Ο.Α. Χρ των άλλων δύο μεταχειρίσεων.

Συνολικά, η ολική αλλαγή χρώματος από τη χρονική στιγμή της κοπής μέχρι και τα 40 λεπτά βρέθηκε υψηλότερη στους καρπούς που ψεκάστηκαν με το ασβέστιο του Θεόφραστου συγκριτικά με τους καρπούς που ψεκάστηκαν με το CaCl_2 και τους καρπούς του μάρτυρα (Πίν. 3.22). Αλλά, και οι καρποί που ψεκάστηκαν με το CaCl_2 είχαν υψηλότερη Ο.Α Χρ από τους καρπούς του μάρτυρα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Για την περιοχή του Πηλίου η καλλιέργεια της ποικιλίας μηλιάς ‘Φιρίκι’ αποτελεί μία σημαντική καλλιέργεια, αφού το Φιρίκι Πηλίου έχει χαρακτηριστεί από την Ε.Ε ως προϊόν ΠΟΠ, το οποίο αποτελεί μια παλιά παραδοσιακή τοπική ποικιλία του Πηλίου, με ποικίλες χρήσεις και μακρά ιστορία στο βουνό των Κενταύρων η οποία καλύπτει ορισμένες ανάγκες της νωπής αγοράς και της τοπικής μεταποίησης.

Τα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτής της παραδοσιακής ποικιλίας σε συνδυασμό με τις ποικίλες χρήσεις των καρπών της διαχρονικά την καθιστούν μια παραδοσιακή ποικιλία στο Πήλιο εδώ και δύο αιώνες.

Ωστόσο η αποδοτικότητα της συγκεκριμένης καλλιέργειας επηρεάζεται αρνητικά από ορισμένα ποιοτικά μειονεκτήματα των καρπών όπως το μικρό σχετικά βάρος, το περιορισμένο κόκκινο επίχρωμα του φλοιού, το μαλάκωμα της σάρκας, και την εμφανή ευαισθησία στους μολωπισμούς.

Τα ανωτέρω προβλήματα σε συνδυασμό με την εμφάνιση της παρηνιαυτοφορίας και την έντονη βλαστική ανάπτυξη των δένδρων έχουν σαν αποτέλεσμα το μειωμένο ενδιαφέρον των παραγωγών για την ποικιλία.

Με βάση τα ανωτέρω σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης ορισμένων καλλιεργητικών πρακτικών στη βελτίωση των εμπορικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και ο χαρακτηρισμός της διατροφικής αξίας των μήλων ‘Φιρίκι’.

Έτσι πραγματοποιήθηκαν εφαρμογές συγκεκριμένων καλλιεργητικών τεχνικών στον αγρό με στόχο τη βελτίωση της παραγωγής των δένδρων και της ποιότητας των καρπών και της υποκειμενικής (εξωτερικής) και της οργανοληπτικής/διατροφικής τους ποιότητας.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για αξιολόγηση της επίδρασης των επιμέρους πρακτικών και μεταχειρίσεων περιελάμβαναν μετρήσεις φύλλων, ανθέων, βλαστών και καρπών. Ακόμη, πραγματοποιήθηκαν ορισμένες μακροσκοπικές παρατηρήσεις, καθώς και αναλύσεις στα φύλλα και καρπούς όπως:

- συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα,
- ειδικό βάρος και ποσοστό % ξηράς ουσίας των φύλλων,
- τα ανωτέρω σε δύο χρονικές στιγμές, στα τέλη Ιουνίου και στις αρχές Σεπτεμβρίου,
- βάρος καρπού, ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου τμήματος καρπού
- επίχρωμα φλοιού καρπού,

- χρώμα και σκληρότητα σάρκας καρπού,
- οξύτητα και διαλυτά στερεά του χυμού,
- αντιοξειδωτική ικανότητα και συνολικά φαινολικά στους καρπούς.

4.1. Χημικό αραίωμα

4.1.1. Εφαρμογή θειασβεστίου

Η εφαρμογή 5% θειασβεστίου κατά την άνθιση, βάσει μακροσκοπικών παρατηρήσεων στον αγρό, δεν επέφερε πτώση και αραίωμα των ανθέων. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα των Guak et al. (2004), οι οποίοι σημείωσαν πως εφαρμογή θειασβεστίου συγκέντρωσης 3–4% προκάλεσε αραίωμα των ανθέων στις ποικιλίες μήλων Gala και Fuji.

Αντίθετα, το % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων (ποσοστό αρχικής καρπόδεσης) ήταν μικρότερο στη μεταχείριση του θειασβεστίου σε σχέση με το % καρπόδεσης του μάρτυρα. Επομένως, η χρήση του θειασβεστίου (απαραίτητα με τη βοήθεια προσκολλητικού) στη συγκεκριμένη συγκέντρωση (5%) είναι πιθανό ότι μπορεί να αξιοποιηθεί επιτυχώς για το χημικό αραίωμα στην ποικιλία ‘Φιρίκι’ διατηρώντας έναν ικανοποιητικό αριθμό καρπιδίων. Το θειασβέστιο είναι γνωστό ότι ζημιώνει τα άνθη με αποτέλεσμα να μην αναπτύσσονται σε καρπάρια. Καταλήγοντας, φαίνεται ότι, παρότι τα άνθη δεν έπεσαν ζημιωμένα από το θειασβέστιο, έχασαν την ικανότητα να καρποδέσουν. Το επόμενο έτος θα ληφθούν παρατηρήσεις κατά την άνθιση και μετά την καρπόδεση για να διαπιστωθεί αν το χημικό αραίωμα με θειασβέστιο δύναται να επηρεάσει την καρποφορία της επόμενης χρονιάς.

4.1.2. Εφαρμογή μίγματος 6-BA και NAA

Η εφαρμογή του μίγματος 6-BA και NAA στη φάση του καρπιδίου μείωσε σημαντικά τον αριθμό των καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα συγκριτικά με τον μάρτυρα. Η δόση εφαρμογής (100 ppm δραστικής ουσίας 6-BA) κυμαινόταν μέσα στα όρια συγκεντρώσεων που έχουν δοκιμαστεί και έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε άλλες ποικιλίες στη μηλιά (Schupp, 2018). Σε δύσκολες να αραιωθούν ποικιλίες επιβάλλεται η συνδυαστική εφαρμογή 6-BA με την αυξίνη NAA, καθώς και τα δύο είναι αραιωτικά των μήλων. Γι’ αυτό και δοκιμάστηκε η συνδυαστική μεταχείριση, καθώς η εμπειρία των παραγωγών θέλει την ποικιλία Φιρίκι να είναι δύσκολη να αραιωθεί χημικά.

Ακόμη, το % καρπιδίων στο σύνολο των ανθέων (ποσοστό % αρχικής καρπόδεσης) στους βλαστούς που δέχθηκαν το μίγμα 6-BA και NAA ήταν σημαντικά μικρότερο από το αντίστοιχο ποσοστό στους βλαστούς του μάρτυρα.

Η επιτυχία του ψεκασμού με τα συγκεκριμένα ορμονικά αραιωτικά επηρεάζεται κυρίως από την εκάστοτε ποικιλία μηλιάς στην οποία εφαρμόζεται, αλλά και από τη διάμετρο των καρπιδίων τη στιγμή της εφαρμογής (Turk and Stopar 2010). Στο παρόν πείραμα, όταν πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του 6-BA και NAA, η διάμετρος των καρπιδίων κυμαινόταν γύρω στα 10 mm, όπως είναι σύνηθες με άλλες ποικιλίες ανά τον κόσμο. Συμπεραίνεται ότι στην ποικιλία Φιρίκι είναι δυνατή η χημική αραίωση με το μίγμα 6-BA και NAA.

4.2. Δακτυλίωση βραχιόνων

Η δακτυλίωση βραχιόνων το 2019 στη φιρικιά είχε σαν αποτέλεσμα τη σημαντική καρποφορία το 2020, ενώ το υπόλοιπο δέντρο είχε ελάχιστη καρποφορία. Βρέθηκε λοιπόν ένας τρόπος να μειωθεί η παρενιαυτοφορία στη φιρικιά, αλλά η δακτυλίωση εφαρμόστηκε σε βραχίονες και όχι σε ολόκληρο το δέντρο. Επίσης, η δακτυλίωση δεν επουλώθηκε μέσα σε λίγες εβδομάδες όπως συμβαίνει μετά τη δακτυλίωση κορμού σε διάφορες περιπτώσεις και στην περιοχή του Πηλίου που έχουν προηγούμενα μελετηθεί τοπικά (Γ. Νάνος, προσωπική επικοινωνία) και διεθνώς σε μήλα και αχλάδια. Παραμένει αδιευκρίνιστο αν η μη επούλωση είναι ένα χαρακτηριστικό της ποικιλίας ή συνέβη λόγω της δακτυλίωσης βραχιόνων και όχι του κορμού των δέντρων, όπως στις προηγούμενες μελέτες.

Σε ότι αφορά την ποιότητα των καρπών στην εμπορική συγκομιδή στον πειραματικό αγρό με την κωδική ονομασία BAP στα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν την προηγούμενη χρονιά (το 2019) η παράμετρος L^* του χρώματος του φλοιού των μήλων της δακτυλίωσης παρουσίασε παρόμοια τιμή με το χρώμα φλοιού των καρπών του μάρτυρα, ενώ οι τιμές a^* και b^* του χρώματος του φλοιού παρουσίασαν μικρότερη και υψηλότερη τιμή, αντίστοιχα, στη δακτυλίωση από το μάρτυρα. Η παράμετρος φωτεινότητας L^* του χρώματος της σάρκας παρουσίασε υψηλότερη τιμή στη δακτυλίωση από τον μάρτυρα, ενώ οι παράμετροι χρώματος της σάρκας a^* και b^* είχαν παρόμοιες τιμές στους καρπούς των δύο μεταχειρίσεων. Τα μήλα των δακτυλιωμένων κλάδων ήταν πιο σκληρά από τα μήλα του μάρτυρα και ο λόγος διαλυτών στερεών προς οξύτητα του χυμού των μήλων της δακτυλίωσης είχε μεγαλύτερη τιμή από τον λόγο διαλυτών στερεών προς οξύτητα χυμού των καρπών του μάρτυρα. Επίσης, τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας με τα μήλα του μάρτυρα, παρόμοια συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH και παρόμοιες τιμές μήκους και πλάτους καρπού. Σε αντίθεση, τα μήλα των δακτυλιωμένων κλάδων είχαν χαμηλότερες τιμές διαλυτών στερεών και οξύτητας στο χυμό των καρπών σε σχέση με τους καρπούς του μάρτυρα, μικρότερη μάζα καρπού, μικρότερη σχέση μήκους προς πλάτος καρπού και χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP. Αυτές οι διαφορές οφείλονται κύρια στη διαφορετική πυκνότητα καρποφορίας των δακτυλιωμένων το 2019

βραχιόνων σε σχέση με τους βραχιόνες που δεν δέχθηκαν δακτυλίωση το 2019 (μάρτυρες). Όπως αναφέρθηκε, η καρποφορία των βραχιόνων του μάρτυρα ήταν μηδαμινή και αυτό προκάλεσε ταχύτερη ωρίμανση και μεγαλύτερη ανάπτυξη του καρπού από την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών των δακτυλιωμένων βραχιόνων. Και πάλι πάντως στους βραχιόνες που είχαν δεχθεί δακτυλίωση το 2019 τα μήλα αναπτύχθηκαν πολύ ικανοποιητικά.

Αυτή η σημαντική επίδραση της δακτυλίωσης στην καρποφορία της επόμενης χρονιάς καταδεικνύει πως αποτελεί ένα σημαντικό και χρήσιμο εργαλείο ρύθμισης της κατανομής των προϊόντων της φωτοσύνθεσης (Grossman and DeJong, 1994), το οποίο παίζει και καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα των παραγόμενων καρπών (Genard et al., 1998). Το πιο άμεσο αποτέλεσμα είναι η διακοπή της μετακίνησης των φωτοσυνθετικών προϊόντων κάτω από το σημείο της δακτυλίωσης και η συσσώρευση τους πάνω από τη ζώνη δακτυλίωσης υποστηρίζοντας καλύτερα την ανάπτυξη των καρπών μέχρι την επούλωσή της, τουλάχιστον (Roper και Williams, 1989; Schaper and Chacko, 1993; Di Vaio et al., 2001). Αλλά, αν αυτοί οι καρποί είναι πολλοί, όπως στην προκειμένη περίπτωση, θα ανταγωνίζονται για τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης, εξ ου και η οψίμιση και ελαφρά μικρότερη μάζα καρπού.

Σε ότι αφορά την ποιότητα των καρπών στην εμπορική συγκομιδή στον πειραματικό αγρό με την κωδική ονομασία ΣΠΑΝ, όπου μελετήθηκε η δακτυλίωση βραχιόνων τη χρονιά της κανονικής καρποφορίας, με εξαίρεση την παράμετρο a^* του χρώματος του φλοιού που παρουσίασε υψηλότερη τιμή των καρπών της δακτυλίωσης από το φλοιό των καρπών του μάρτυρα, οι τιμές L^* και b^* του χρώματος του φλοιού αλλά και οι τιμές του χρώματος L^* , a^* και b^* της σάρκας, εμφάνισαν τιμές παρόμοιες μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων, της δακτυλίωσης και του μάρτυρα. Τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν το 2020 είχαν παρόμοιες τιμές σκληρότητας σάρκας και διαλυτών στερεών στο χυμό των καρπών σε σχέση με το μάρτυρα. Επίσης είχαν παρόμοια συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH, αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP, παρόμοιες τιμές μήκους καρπού, πλάτους καρπού, σχέση μήκος/πλάτος και ποσοστού % ξηράς ουσίας καρπού σε σχέση με τα μήλα του μάρτυρα. Μόνο η μάζα καρπού και ο λόγος διαλυτών στερεών προς οξύτητα του χυμού των καρπών της δακτυλίωσης ήταν υψηλότερος από τους καρπούς του μάρτυρα και η οξύτητα χυμού στους καρπούς της δακτυλίωσης ήταν χαμηλότερη από τους καρπούς του μάρτυρα.

Η δακτυλίωση βραχιόνων το 2020 δεν επηρέασε ουσιαστικά την ποιότητα του καρπού στο παρόν πείραμα, αλλά βελτίωσε τη γευστική ποιότητα και μάζα καρπού. Το ανωτέρω γεγονός της ελάχιστης επιρροής της δακτυλίωσης στην ποιότητα του καρπού έρχεται σε αντίθεση με αποτελέσματα των Goldschmidt et al. (1985), Schaper and Chanko (1993) και Goren et al. (2003), που αναφέρουν πως η δακτυλίωση συχνά μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σκοπό την ποιοτική και ποσοτική βελτίωση της παραγωγής, και, αν γίνει πριν την ανθοφορία, μπορεί να καταλήξει σε

αύξηση του ποσοστού καρπόδεσης και σε διαφοροποίηση περισσότερων οφθαλμών σε ανθοφόρους για την επόμενη χρονιά, που παρατηρήθηκε και στον αγρό ΒΑΡ στις δοκιμές μας (είχε γίνει όμως μετά την αρχική ανάπτυξη των καρπιδίων).

Σε ότι αφορά την περίοδο δειγματοληψίας στα χαρακτηριστικά των φύλλων των δένδρων του ΣΠΑΝ, συνολικά, το ποσοστό % ξηράς ουσίας των φύλλων σημείωσε αύξηση από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Αυτό βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Συνολικά, τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τα φύλλα του μάρτυρα. Αλλά, τον Ιούνιο, τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας με τα φύλλα του μάρτυρα, ενώ τον Σεπτέμβριο, τα φύλλα της δακτυλίωσης εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Το ειδικό βάρος των φύλλων παρουσίασε συνολικά αύξηση από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Αυτή η αύξηση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοια τιμή Ε.Β.Φ με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* των φύλλων, της χλωροφύλλης *b*, της ολικής χλωροφύλλης και συνολικά ο λόγος χλωροφύλλης *a* προς χλωροφύλλη *b*, εκφρασμένες τόσο ανά *g* ξηράς ουσίας όσο και ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας, παρουσίασε μείωση από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Αυτή η μείωση βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα φύλλα της δακτυλίωσης είχαν παρόμοιες τιμές χαρακτηριστικών με τα φύλλα του μάρτυρα και τις δύο χρονικές περιόδους μετρήσεων για όλες τις παραπάνω παραμέτρους πλην του ποσοστού % ξηράς ουσίας, που διατηρήθηκε υψηλότερο στη δακτυλίωση.

Έτσι, από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο φαίνεται ότι τα φύλλα έγιναν πιο μεστά και λειτουργούσαν αποτελεσματικά, βάσει των ποσοστού % ξηράς ουσίας και ειδικού βάρους φύλλου, αλλά είχαν επηρεαστεί και από τις υψηλές θερινές θερμοκρασίες και το μερικό γηρασμό των φύλλων, ενώ οι καρποί βρίσκονταν ακόμα σε φάση ανάπτυξης, καθώς τα μήλα της ποικιλίας Φιρίκι συγκομίζονται τον Οκτώβριο. Το παρόν εύρημα είναι προς διερεύνηση αν και εφόσον είναι δυνατό με κάποιες μεταχειρίσεις να διατηρηθεί η παραγωγική δυναμική της φωτοσύνθεσης των φύλλων έως και τη συγκομιδή, που θα βοηθούσε και στην καλύτερη ανάπτυξη των καρπών (αύξηση της εμπορικής παραγωγής και ποιότητας) αλλά και στη συσσώρευση περισσότερων θρεπτικών στο φυτό για την άνθιση και ανάπτυξη των φυτών την επόμενη άνοιξη. Οι δράσεις που θα μπορούσαν να μελετηθούν θα πρέπει όμως να μην επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα του καρπού. Η μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (άρα πιθανά και της ικανότητας φωτοσύνθεσης) των φύλλων από τον Σεπτέμβριο μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα των παραγόμενων καρπών, αλλά και τη δημιουργία αποθεμάτων του δέντρου για την επόμενη άνοιξη, και είναι συνάρτηση πολλών επιμέρους παραγόντων, όπως για παράδειγμα της ηρτημένης παραγωγής, της εποχής και ποσότητας λίπανσης, εφαρμογής δακτυλίωσης και θερινού κλαδέματος, τη συχνότητα άρδευσης, καθώς και του

φυτικού είδους (Goldschmidt et al., 1985; Schaffer et al., 1985; Mataa et al., 1998; Zhou and Quebedeaux, 2003).

4.3. Διαφορές στην ποιότητα καρπών στην εμπορική συγκομιδή μεταξύ των μεταχειρίσεων στον αγρό ΚΟΝ

Το ασβέστιο παίζει σημαντικό ρόλο στη σταθερότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων και στην ωρίμανση των καρπών. Ενώ το Ca είναι σχετικά ευκίνητο στα αγγεία και φτάνει εύκολα στους διαπνέοντες ιστούς, η χαμηλή κινητικότητα του Ca στο φλοιώμα θεωρείται ο κύριος λόγος έλλειψης Ca σε ιστούς με χαμηλούς ρυθμούς διαπνοής όπως είναι ο καρπός (Zocchi and Mignani, 1995).

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο είχαν παρόμοιες τιμές παραμέτρων L^* και a^* χρώματος φλοιού, τιμές L^* και b^* χρώματος σάρκας, τιμές διαλυτών στερεών συστατικών, μάζας καρπού, παρόμοιο μήκος και πλάτος καρπού και παρόμοιο λόγο μήκος/πλάτος καρπού από τα μήλα του μάρτυρα. Ακόμη, παρόμοια ήταν η συγκέντρωση ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Με εξαίρεση τις τιμές οξύτητας των μήλων που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο που ήταν χαμηλότερες αυτών του μάρτυρα, η εφαρμογή χλωριούχου ασβεστίου παρουσίασε υψηλότερη τιμή b^* φλοιού, υψηλότερη τιμή a^* σάρκας, υψηλότερη σκληρότητα σάρκας, υψηλότερο λόγο Δ.Σ.Σ. προς οξύτητα, υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP από τα μήλα του μάρτυρα. Επομένως, το χλωριούχο ασβέστιο βοήθησε όσον αφορά την ποιότητα κύρια στη σκληρότητα σάρκας και στη γευστική ποιότητα, με τη σκληρότητα σάρκας να είναι ο κύριος παράγοντας που αναμένονταν να δράσει το χλωριούχο ασβέστιο. Επομένως, φαίνεται ότι οι ψεκασμοί χλωριούχου ασβεστίου αφενός δεν προκάλεσαν κάποια κοσμητική ζημιά στον φλοιό των καρπών και αφετέρου βελτίωσαν ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά ποιότητας των καρπών.

Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστου είχαν παρόμοια μάζα καρπού, παρόμοιο μήκος και πλάτος καρπού και παρόμοιο λόγο μήκος/πλάτος με τα μήλα του μάρτυρα. Με εξαίρεση τις τιμές οξύτητας και τιμή b^* σάρκας των μήλων που ψεκάστηκαν με προϊόντα Θεόφραστο που ήταν χαμηλότερες αυτών του μάρτυρα, η εφαρμογή με προϊόντα Θεόφραστο παρουσίασε υψηλότερες τιμές παραμέτρων L^* , a^* , b^* χρώματος φλοιού, υψηλότερες τιμές L^* και a^* χρώματος σάρκας, υψηλότερη σκληρότητα σάρκας, υψηλότερα διαλυτά στερεά, υψηλότερο λόγο Δ.Σ.Σ. προς οξύτητα, υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας και υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH, και αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP. Επομένως, και τα προϊόντα Θεόφραστου (περιέχουν κύρια οργανικό ασβέστιο) βελτίωσαν ουσιαστικά την ποιότητα καρπού, μακροσκοπικά (καλύτερο χρωματισμό φλοιού),

οργανοληπτικά (σχέση Δ.Σ.Σ. προς οξύτητα), και διατροφικά (περισσότερα φαινολικά και αντιοξειδωτικά).

Τα φαινολικά και αντιοξειδωτικά συστατικά, πέραν της διατροφικής τους αξίας για τον άνθρωπο, διαδραματίζουν καταλυτικό ρόλο στην προστασία των φυτικών ιστών έναντι βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης (Winkel-Shirley, 2002). Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί Ca σε διάφορα είδη φρούτων είναι μια τυπική καλλιεργητική πρακτική, η οποία μπορεί να βελτιώσει την ακεραιότητα των κυττάρων, την ανθεκτικότητα στις ασθένειες, την ποιότητα των φρούτων ή την εμφάνιση τοπικών ελλείψεων Ca σε καρπούς (Manganaris et al., 2005; Val and Fernández, 2011). Ωστόσο, η απόκριση σε διαφυλλικούς ψεκασμούς Ca είναι ποικίλη και οι καλλιεργητές συχνά λαμβάνουν ασυνεπή αποτελέσματα (Crisosto et al., 2000; Val et al., 2008). Στην παρούσα εργασία βρέθηκαν χρήσιμα στοιχεία που πιθανά συνδέουν την εφαρμογή του οργανικού ασβεστίου της εταιρείας Θεόφραστος με την επαγωγή της άμυνας του φυτού, δηλ. πιθανά το οργανικό ασβέστιο να δρα και ως βιοδιεγέρτης.

Τέλος, τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν υψηλότερες τιμές παραμέτρων L^* , a^* , b^* χρώματος φλοιού και σάρκας, υψηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας, υψηλότερο λόγο μήκος/πλάτος καρπού, υψηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας, υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH, και αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP από τα μήλα του μάρτυρα. Παρόμοιες ήταν οι τιμές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων στην οξύτητα και στο μήκος καρπού, ενώ χαμηλότερες παρουσιάστηκαν οι τιμές της μάζας και του πλάτους του καρπού από τις αντίστοιχες παραμέτρους του μάρτυρα. Αναφορικά με τις διαστάσεις των καρπών, η εφαρμογή ProCa σημείωσε υψηλότερο λόγο μήκους προς πλάτος καρπού. Ο λόγος αυτός αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των μήλων, ενώ η απουσία του σχήματος που θεωρείται ως τυπικό για την εκάστοτε ποικιλία αποτελεί σημαντικό εμπορικό μειονέκτημα (Li et al., 2015). Από τα ανωτέρω είναι προφανής η βελτίωση πολλών ποιοτικών χαρακτηριστικών των μήλων στα δέντρα που ψεκάστηκαν με Pro-Ca.

Το Prohexadione-calcium (Pro-Ca), ανήκει στους παρεμποδιστές βιοσύνθεσης γιββεριλίνης και χαρακτηρίζεται από μειωμένη τοξικότητα και χαμηλή υπολειμματική διάρκεια επί του φυτού. Εφαρμογή του στην καλλιέργεια της μηλιάς προκαλεί το σχηματισμό του κορυφαίου οφθαλμού περίπου δύο εβδομάδες μετά τον ψεκασμό, μειώνοντας έτσι τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης, ενώ ο μεταβολισμός της δραστηκής ουσίας επέρχεται εντός τεσσάρων με πέντε εβδομάδων μετά το σχηματισμό του οφθαλμού (Evans et al., 1997). Αν το Pro-Ca εφαρμοστεί την κατάλληλη περίοδο (μήκος νέων βλαστών έως 5 cm), προκαλεί τη μείωση της βλάστησης (διακοπή της ανάπτυξης της σε περίπου δύο εβδομάδες από την εφαρμογή) με αποτέλεσμα τα φύλλα να μπορούν να μεταφέρουν περισσότερα φωτοσυνθετικά προϊόντα στους καρπούς αντί για τους βλαστούς. Σε μια ποικιλία όπως

το Φιρίκι, που έχει έντονη βλαστική ανάπτυξη, η εφαρμογή Pro-Ca θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά στην ποιότητα του καρπού.

Τελικά, η εφαρμογή ProCa βελτίωσε την ποιότητα καρπού, αλλά μείωσε το βάρος καρπού. Αντίθετα, στη βιβλιογραφία λόγω μείωσης της βλάστησης, άρα αλλαγή σχέσης παραγωγών/καταναλωτών (source:sink relations) υπέρ των καρπών, έχουμε και βελτίωση στο μέγεθος καρπού.

Οι μετρήσεις φωτός που πραγματοποιήθηκαν μέσα στα δέντρα μάρτυρα και ProCa έδειξαν ότι δεν βελτιώθηκε ο φωτισμός εντός της κόμης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην αφενός πυκνή φύτευση και διαμόρφωση σε κύπελλο των δέντρων και αφετέρου στο πολύ προσεγμένο κλάδεμα των δέντρων από τον παραγωγό.

4.4. Μετασυλλεκτική ευαισθησία στους μωλωπισμούς

Ο δείκτης καστάνωσης (ΔΚ) της σάρκας είναι αντικειμενικός παράγοντας μέτρησης της μακροσκοπικής ποιότητας των καρπών. Ο ΔΚ τη χρονική στιγμή της κοπής του καρπού (0 λεπτά) ήταν χαμηλότερος στους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με το ασβέστιο του Θεόφραστου σε σχέση με τους καρπούς που είχαν ψεκαστεί με το CaCl_2 και τους καρπούς του μάρτυρα. Το ίδιο ακριβώς μοτίβο συνεχίστηκε σχεδόν στο σύνολο των επόμενων μετρήσεων, δηλαδή στα 10, 20, 30 και 40 λεπτά μετά την κοπή και μωλωπισμό.

Η ολική αλλαγή χρώματος (Ο.Α.Χρ), ένας υπολογισμός χρήσιμος να περιγράψει τις αλλαγές στο χρώμα της σάρκας, της κάθε μεταχείρισης για κάθε μέτρηση ήταν διαφορετική σχεδόν κάθε φορά, με ουσιαστικό συμπέρασμα πως η ολική αλλαγή χρώματος από τη χρονική στιγμή της κοπής μέχρι και τα 40 λεπτά βρέθηκε υψηλότερη στους καρπούς που ψεκάστηκαν με το ασβέστιο του Θεόφραστου συγκριτικά με τους καρπούς που ψεκάστηκαν με το CaCl_2 και τους καρπούς του μάρτυρα. Αλλά, και οι καρποί που ψεκάστηκαν με το CaCl_2 είχαν υψηλότερη Ο.Α.Χρ από τους καρπούς του μάρτυρα. Με άλλα λόγια, τα ασβέστια που μελετήθηκαν προκάλεσαν ταχύτερη μεταβολή στο χρώμα μετά την κοπή και μωλωπισμό.

Μετά το μωλωπισμό καρπών και για τις τρεις μεταχειρίσεις, η σάρκα του καρπού απέκτησε ένα πιο σκοτεινό, καστανό χρώμα, η ανάπτυξη του οποίου έλαβε χώρα, ως επί το πλείστο, μέσα στα πρώτα 10 λεπτά από το μωλωπισμό. Η καστάνωση της σάρκας των μωλωπισμένων μήλων εμφανίζεται κύρια στα πρώτα 10 λεπτά από τον μωλωπισμό και συνεχίζει να αναπτύσσεται πολύ λιγότερο με τον χρόνο. Στα αποτελέσματα με βάση το δείκτη καστάνωσης και την ολική αλλαγή χρώματος η καστάνωση της σάρκας δεν επηρεάστηκε από το CaCl_2 , αλλά το οργανικό Ca τη μείωσε και η ολική αλλαγή χρώματος από τα 0 – 40 λεπτά ακολούθησε το ίδιο μοτίβο. Πολλοί ερευνητές παρατήρησαν τη διατήρηση της σκληρότητας του ιστού των καρπών μετά από διάφορες μεταχειρίσεις Ca, καθώς και μειώσεις της ευαισθησίας σε μώλωπες (Ruiz-Altisent, 1991). Η ένταση

καστάνωσης στα ζημιωμένα τμήματα του καρπού τα πρώτα λεπτά μετά το μωλωπισμό ή πληγή επηρεάζεται από δύο παράγοντες: την παρούσα συγκέντρωση ολικών φαινολικών και την παρούσα συγκέντρωση του ενζύμου πολυφαινολοξειδάσης. Στα μήλα της μεταχείρισης με χλωριούχο ασβέστιο η συγκέντρωση ολικών φαινολικών δεν διέφερε από τα μήλα του μάρτυρα, ενώ στα μήλα που δέχθηκαν οργανικό ασβέστιο η συγκέντρωση ολικών φαινολικών ήταν υψηλότερη των μήλων του μάρτυρα. Άρα μεγαλύτερο ρόλο φαίνεται ότι παίζει η ενεργότητα της πολυφαινολοξειδάσης εκείνα τα πρώτα λεπτά της ώρας μετά το μωλωπισμό και αφαίρεση φλοιού.

Βάσει των ανωτέρω, γίνεται αντιληπτό πως η εφαρμογή του CaCl_2 δε συνέβαλλε στη βελτίωση της αντοχής των καρπών στους μωλωπισμούς όσο η εφαρμογή του ασβεστίου του Θεόφραστου. Η σκληρότητα της σάρκας του καρπού αλλά και η ξηρά ουσία που σημείωσαν υψηλότερες τιμές στη μεταχείριση του ασβεστίου του Θεόφραστου πιθανώς να συνέβαλαν στη μειωμένη επίδραση του μωλωπισμού στους καρπούς, γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Saei et al. (2011), σύμφωνα με τους οποίους οι καρποί με υψηλό περιεχόμενο ξηράς ουσίας τείνουν να είναι πιο συνεκτικοί και ενδεχομένως πιο ανθεκτικοί σε μωλωπισμούς. Συμφώνα με τη διεθνή βιβλιογραφία η θρέψη με ασβέστιο δημιουργεί ανθεκτικότερα κυτταρικά τοιχώματα (Gendreau et al., 2013; Grignon and Sentenac, 1991; Brummell, 2006; Hocking et al 2016).

Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η βελτιστοποίηση των εμπορικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και ο χαρακτηρισμός της διατροφικής αξίας των μήλων ‘Φιρίκι’, μέσω της επίδρασης καλλιεργητικών τεχνικών. Τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Η χρήση του θειασβεστίου σε συγκεκριμένη συγκέντρωση μπορεί να αξιοποιηθεί επιτυχώς για το χημικό αραίωμα στην ποικιλία ‘Φιρίκι’ διατηρώντας έναν ικανοποιητικό αριθμό καρπιδίων.
- Η εφαρμογή του μίγματος 6-BA και NAA μείωσε σημαντικά τον αριθμό των καρπιδίων ανά βραχίονα και ανά μονάδα επιφάνειας διατομής βραχίονα συγκριτικά με τον μάρτυρα. Άρα στην ποικιλία Φιρίκι είναι δυνατή η χημική αραίωση με το μίγμα 6-BA και NAA.
- Η δακτυλίωση βραχιόνων το 2019 στη φιρικιά προκάλεσε σημαντική καρποφορία το 2020, ενώ το υπόλοιπο δέντρο είχε ελάχιστη καρποφορία.
- Το 2020, τα μήλα των κλάδων που δακτυλιώθηκαν το 2019 ήταν πιο σκληρά από τα μήλα του μάρτυρα.

- Η δακτυλίωση βραχιόνων το 2020 δεν επηρέασε ουσιαστικά την ποιότητα του καρπού και τα χαρακτηριστικά των φύλλων στο παρόν πείραμα.
- Η καστάνωση της σάρκας των μωλωπισμένων μήλων εμφανίζεται κύρια στα πρώτα 10 λεπτά από τον μωλωπισμό και συνεχίζει να αναπτύσσεται πολύ λιγότερο με τον χρόνο.
- Οι περιοδικές εφαρμογές CaCl_2 δεν επηρέασαν το χρώμα φλοιού και μέγεθος καρπού, αλλά βελτίωσαν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μήλων (τραγανότητα και γλυκύτητα).
- Με την εφαρμογή του χλωριούχου ασβεστίου δεν επηρεάστηκε η καστάνωση της σάρκας και δε βελτιώθηκε η αντοχή των καρπών στους μωλωπισμούς.
- Οι περιοδικές εφαρμογές οργανικού Ca βελτίωσαν το χρωματισμό και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μήλων.
- Με την εφαρμογή οργανικού Ca (Θεόφραστος) μειώθηκε η καστάνωση της σάρκας και βελτιώθηκε η αντοχή των καρπών στους μωλωπισμούς.
- Τα μήλα των δέντρων που ψεκάστηκαν με Pro-Ca είχαν βελτιωμένη οργανοληπτική, εμπορική και διατροφική αξία σε σχέση με τα μήλα του μάρτυρα και τα μήλα που ψεκάστηκαν με χλωριούχο ασβέστιο. Ωστόσο, η εφαρμογή του στο στάδιο ή/και στη δόση που περιγράφηκαν στο παρόν πείραμα προκάλεσε μείωση του μεγέθους των καρπών.
- Βρέθηκαν μηχανικές και χημικές μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας των μήλων ‘Φιρίκι’ χωρίς όμως να βρεθεί τρόπος σημαντικής βελτίωσης του βάρους καρπού.

Οι αλλαγές που πιθανώς να προκλήθηκαν στη σχέση παραγωγής και κατανάλωσης φωτοσυνθετικών προϊόντων μέσω των μεταχειρίσεων της δακτυλίωσης και του Pro-Ca, ενδεχομένως να έχουν θετική επίδραση στη μείωση της παρενιαιτοφορίας. Επομένως, κρίνεται σκόπιμο την ερχόμενη καλλιεργητική περίοδο να αξιολογηθεί η καρποφορία των δένδρων, ώστε να διερευνηθεί η πιθανή θετική επίδραση των.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Ackermann, J., Fischer, M., Amado, R., 1992. Changes in sugars, acids and amino acids during ripening and storage of apples (Cv. Glockenapfel). *J. Agric. Food Chem.* 40, 1131–1134.
- Arakawa O., Kanno K., Kanetsuka A., Shiozak Y, (1997). Effects of girdling and bark inversion on tree growth and fruit quality of apple. *Acta Hort.* 451, 579-585
- Arteca, R. N., B. W. Poovaiah and L. K. Hiller. 1980. Electron microprobe and neutron activation analysis for the determination of elemental distribution in hollow heart potato tubers. *Amer. Pot. J.* 57:271-277.
- Atkinson, D. and S. A. Wilson. 1980. The growth and distribution offruit tree roots; some consequences for nutrient uptake. In: D. Atkinson, J. E. Jackson, R. O. Sharpies and W. M. Waller (eds.). Symposium on mineral nutrition and fruit quality oftemperate zone fruit trees. Butterworth, Kent, England, p: 137-150
- Atkinson, R.G., Bolitho, K.M., Wright, M.A., Iturriagagoitia-Bueno, T., Reid, S.J. and Ross, G.S. (1998). Apple ACC-oxidase and polygalacturonase: ripening specific gene expression and promoter analysis in transgenic tomato. *Plant Molecular Biology*, 38:449-460.
- Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 17: 97-122
- Bangerth, F. and H. Link. 1972. Moglichkeiten der Entstehung und bekampfung von Stippigkeit ynd Lentizellenflecken. I. Der Erwerbsobstbau. 14:113-116.
- Bangerth, F. (2000). Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regulation*, 31:45-59.
- Barber, S. R., J. M. Walker and E. H. Vasey. 1963. Mechanisms for the movement of plant nutrient from the soil and fertilizer to plant root. *J. Amer. Food Chem.* 11: 204-207.
- Berüter, J. (1985). Sugar accumulation and changes in the activities of related enzymes during development of the apple fruit. *Journal of Plant Physiology*, 121, 331–341
- Benzie, I.F. and Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1):70-76.
- Batjer P., Westwood M. (1963). Effects of pruning, nitrogen, and scoring on growth and bearing characteristics of young Delicious apple trees. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 82, 5-10.
- Betts, H. A. and W. J. Bramlage. 1977. Uptake of calcium by apples from postharvest dips in calcium chloride solutions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 785-788.
- Brown AG, Harvey DM (1971) Nature and inheritance of sweetness and acidity in cultivated apple. *Euphytica* 20: 68–80
- Brummell, D. A. (2006). Cell wall disassembly in ripening fruit. *Funct. Plant Biol.* 33, 103–119.
- Biddulph, S. 1967. A microautoradiographic study of ⁴⁵Ca and ³⁵S distribution in the intact bean root. *Planta* (Berlin) 74:350-367.

- Biggs, A. R., M. Ingle and W. D. Solihati. 1993. Control of *Alternaria* infection of fruit of apple cultivar 'Nittany' with calcium chloride and fungicides. *Plant Dis.* 77: 976-980
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995). Use of a radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 28:25-30.
- Bowling, D. J. 1973. The origin of transroot potential and the transfer of ions to the xylem of sunflower roots. In: Anderson, W. P. (ed). *Ion Transport of Plants*. Academic Press, London, p. 483-491.
- Burda, S.; Oleszek, W.; Lee, C. (1990). Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *J. Agric. Food Chem.* 38, 945-948.
- Canny, M.J. (2006). What becomes of the transpiration stream?. *New Phytologist*. 114:341–368. Cares, J., Sagredo, K., Cooper, T. and Retamales, J. (2014). Effect of Prohexadione Calcium on vegetative and reproductive development in sweet cherry trees. *Acta Horticulturae*, 1058:357-363.
- Castro, E., Biasi, W.V. and Mitcham, E.J. (2007). Quality of Pink Lady apples in relation to maturity at harvest, prestorage treatments, and controlled atmosphere during storage. *HortScience*, 42:605–610.
- Chalker-Scott, L. (1999). Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and Photobiology*, 70:1-9.
- Clements, H. F. 1935. Morphology and physiology of the pome lenticels of *Pyrus malus*. *Bot. Gaz.* 97: 101-117.
- Cline, J.A. (2006). Apogee – a new plant bioregulator for apples. Factsheet, 06-045, Queen's Printer for Ontario, Toronto.
- Corelli-Grappadelli, L. and Lakso, A.N. (2004). Fruit development in deciduous tree crops as affected by physiological factors and environmental conditions (Keynote). *Acta Horticulturae*, 636:425-441.
- Geraldson, C. M. 1971. Intensity and balance concept as an approach to optimal production. In: R.M. Samish (ed.). *Recent Advances in Plant Nutrition*. Gordon and Breach Sci. Publ. New York. p:352-364.
- Grossman YL, DeJong TM. 1994. PEACH: A simulation model of reproductive and vegetative growth in peach trees. *Tree Physiology* 14, 329–345
- Crisosto, C.H., Day, K.R., Johnson, R.S., and Garner, D. (2000) Influence of in-season foliar calcium sprays on fruit quality and surface discoloration incidence of peaches and nectarines. *J. Am. Pomol. Soc.* 54, 118-122.
- Del Campo, G., Santos, J.I., Berregi, I., Munduate, A., 2005. Differentiation of Basque cider apple juices from different cultivars by means of chemometric techniques. *Food Control* 16, 549–555.
- Delong, J.M., Prange, R.K., Harrison, P.A., Embree, C.G., Nichols, D.S. and Wright, H.A. (2006). The influence of crop-load, delayed cooling and storage atmosphere on post-storage quality of 'Honeycrisp' apples. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(3):391-396.
- Dixon, R.A. and Paiva, N.L. (1995). Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*, 7:1085-1097.
- Drake, M., W. J. Bramlage and J. H. Baker. 1979. Effects of foliar calcium on McIntosh apple storage disorders. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10: 303-309.

- Eberhardt, M. V.; Lee, C. Y.; Liu, R. H. (2000) Antioxidant activity of fresh apples. *Nature* 2000, 405, 903-904.
- Elfving, D., Loughheed, E.C. and Cline, R.A. (1991). Daminozide, root pruning, trunk scoring, and trunk ringing effects on fruit ripening and storage behavior of 'McIntosh' apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(2):195-200.
- Evans, J.R., Evans, R.R., Regusci, C.L. and Rademacher, W. (1999). Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, prohexadione-calcium. *HortScience*, 34:1200-1201.
- Evans, J.R., Ishida, C.A., Regusci, C.L., Evans, R.R. and Rademacher, W. (1997). Mode of action, metabolism, and uptake of BAS-125W, prohexadione calcium. *HortScience*, 32:557-558.
- Fallahi, E., Chun, I.-J., Neilsen, G.H., Colt, W.M., 2001. Effects of three rootstocks on photosynthesis, leaf mineral nutrition, and vegetative growth of 'BC-2 Fuji' apple trees. *J. Plant Nutr.* 24, 827–834.
- Fallahi, E., Fallahi, B., Shafii, B., et al. (2007) Water Use, Tree Growth, and Leaf Mineral Nutrients of Young "Fuji" Apples as Influenced by Different Irrigation Systems. *Acta Horticulturae*, 721, 63-70.
- Ferguson, I. B. and E. G. Bollard. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40:1057-1066.
- Forshey, C.G. (1986). Chemical fruit thinning of apples. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, 116:1-7.
- Franck N., Winkler S., Pastenes C. and Infante R. (2007). Acclimation to sun and shade of three accessions of the Chilean native berry-crop murta. *Agroforest Syst* (2007) 69:215–229
- Ge'nard M, Lescourret F, Ben Mimoun M, Besset J, Bussi C. 1998. A simulation model of growth at the fruit-bearing level. II. Test and effect of source and sink factors in the case of peach. *European Journal of Agronomy* 9, 189–202
- Gendre, D., Mcfarlane, H. E., Johnson, E., Mouille, G., Sjodin, A., Oh, J., et al. (2013). Trans-Golgi network localized ECHIDNA/Ypt interacting protein complex is required for the secretion of cell wall polysaccharides in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 25, 2633–2646.
- Glenn, G. M., B. W. Poovaiah and H. P. Rasmussen. 1985. Pathways of calcium penetration through isolated cuticles of Golden Delicious apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110: 166-171.
- Goldschmidt, E.E., Aschkenazi, N., Herzano, A.A., Schaffer, A.A. and Monselise, S.P. (1985). A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Scientia Horticulturae*, 26:159-166.
- Goldschmidt, E.E. and Huber, S.C. (1992). Regulation of photosynthesis by end-product accumulation in leaves of plants storing starch, sucrose and hexose sugars. *Plant Physiology*, 99:1443-1448.
- Goren, R., Huberman, M. and Goldschmidt, E.E. (2003). Girdling: Physiological and horticultural aspects. In J. Janick (ed.) *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons, Oxford, pp.1-36.
- Graebe, J. (1987). Gibberellin Biosynthesis and Control. *Annual Review of Plant Physiology*, 38:419-465.
- Greene, D.W. (2002). Chemicals, timing and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *HortScience*, 37:477-481.

- Greene W., Lord W., (1983). Effects of dormant pruning, summer pruning, scoring and growth regulators on growth, yield and fruit quality of Delicious and Cortland apple trees. *J Am. Soc. Hort. Sci* 108, 590-595
- Greene W., (1999) Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with prohexadione calcium (BAS 125). *HortScience* 34, 1209-1212.
- Grierson D, Kear RJ, Thompson JR, Garcia-Mora R. 1982. Stimulation of in vitro RNA synthesis by pre-treating plants with auxins due to auxin-induced ethylene production. *Zeitschrift fur Pflanzen-Physiologie* 107, 419–426
- Grignon, C., and Sentenac, H. (1991). pH and ionic conditions in the apoplast. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 42, 103–128. doi: 10.1146/annurev.pp.42.060191.000535
- Guak, S., Beulah, M. and Looney, N.E. (2004). Thinning of Fuji and Gala apple with lime sulphur and other chemicals. *Acta Horticulturae*, 626:339- 346.
- Halliwell, B. The role of oxygen radicals in human disease, with particular reference to the vascular system. *Haemostasis* 1993, 23 (Suppl. 1), 118-126.
- Hansen, P., 1980. Crop load and nutrient translocation. In: Atkinson, D., Jackson, J.E., Sharples, R.O., Waller, W.M. (Eds.), *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworths, London, pp. 201–212.
- Hecke, K., Herbinger, K., Veberić, R., Trobec, M., Toplak, H., Štampar, F., et al. (2006). Sugar-, acid- and phenol contents in apple cultivars from organic and integrated fruit cultivation. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 1136–1140
- Hepler, P.K. (2005). Calcium: a central regulator of plant growth and development. *Plant Cell*, 17:2142-2155.
- Hocking, B., Tyerman, S., Burton, R. and Gilliam, M. (2016). Fruit Calcium: Transport and Physiology. *Front. Plant Sci.*, 29 April 2016
- Jakobsen, S. T.. 1979. Interaction between phosphate and calcium in nutrient uptake by plant roots. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:141-152.
- Johnston, J., Hewett, E. and Hertog, M. (2002). Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: A review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(3):145-160.
- Jones A. and Aldwinckle H. (1990) *Compendium of Apple and Pear Diseases*. Corpus ID: 84869537
- Jones, R.L. and Phillips, I.D.J. (1966). Organs of gibberellin synthesis in light-grown sunflower plants. *Plant Physiology*, 41:1381-1386.
- Kevany, B.M., Van Agtmael, R., Dilley, D.R., Golding, J.B., 2003. Postharvest temperature affects colour development in ‘Rome’ apples. *Acta Hort.* 628, 623– 625
- Kevers, C., Pincemail, J., Tabart, J., Defraigne, J.-O., and Dommes, J. (2011). Influence of cultivar, harvest time, storage conditions, and peeling on the antioxidant capacity and phenolic and ascorbic acid contents of apples and pears. *J. Agric. Food Chem.* 59, 6165–6171.
- Kirkby, E. A. and A. H. Knight. 1977. Influence of the level of the nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation-anion balance in whole tomato plants. *Plant Physiol.* 60:349-353.

- Knee, M. (1973). Polysaccharide changes in cell walls of ripening apples. *Phytochemistry*, 12:1543-1549.
- Lata, B.; Trampczynska, A.; Paczesna, J. 2009. Cultivar variation in apple peel and whole fruit phenolic composition. *Sci. Hortic.*, 121, 176–181.
- Lau, O. L. 1971. Orchard nutrition in B.C. Panel -Orchard nutrition for apples. Okanagan-Similkameen Fieldman's Association, p. 25-32.
- Lewis, R., McClellan, C., Postlethwait, H., Cresko, A. and Kaplan H. (2008). Female-specific increase in primordial germ cells marks sex differentiation in Threespine Stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal of Morphology* 269:909–921
- Li, M., Chen, M., Zhang, Y., Fu, C., Xing, B., Li, W., Qian, J., Li, S., Wang, H., Fan, X., Yan, Y., Wang, Y. and Yang, X. (2015). Apple fruit diameter and length estimation by using the thermal and sunshine hours approach and its application to the digital orchard management information system. *PLOS ONE*, 10(4):e0120124.
- Ljung, K., Hull, A.K., Celenza, J., Yamada, M., Estelle, M., Normanly, J. and Sandberg, G. (2005). Sites and regulation of auxin biosynthesis in Arabidopsis roots. *Plant Cell*, 17:1090-1104.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G., and Mignani, I. (2005). Effect of postharvest calcium treatments on the physicochemical properties of cell wall pectin in nectarine fruit during their ripening after harvest or cold storage. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 80, 611-617.
- Maskan, M. (2001) Kinetics of Colour Change of Kiwifruits during Hot Air and Microwave Drying. *Journal of Food Engineering*, 48, 169-175.
- Mataa, M., Tominaga, S. and Kozaki, I. (1998). The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* 'Blanko'). *Scientia Horticulturae*, 73:203-211.
- Mata A. P., Val J., Blanco A., (2006). Differential effects of prohexadione-calcium on red colour development in "Royal Gala" and "Fuji" apples. *J. Hort. Sci. and Biotechnology* 81, 84-88.
- Medjdoub R., Val J., Blanco A., (2005). Inhibition of vegetative growth in red apple cultivars using prohexadione- calcium. *J Hort. Sci. and Biotechnology* 80, 263-271
- McGuire, R.G. (1992) Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Miller S.S., 2002. Prohexadione-calcium controls vegetative shoot growth in apple. *J. Tree Fruit Production* 3, 11-28.
- Nanos G., Georgoudaki T., Visvikis V., Maletsika P. and Panagiotaki E. 2021. Alternative practices to improve cv. Firiki apple cultivation. 4th International Symposium on Horticulture in Europe. March 2021 (*In press*).
- Nava, G., Dechen, A. and Nachtigall, G. (2007). Nitrogen and Potassium Fertilization Affect Apple Fruit Quality in Southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(1-2):96-107.
- Noel, A.R.A. (1970) The Girdled Tree. *The Botanical Review*, 36, 162-195.
- Petkovsek, M. M., Stampar, F., & Veberic, R. (2007). Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 114, 37–44.

- Poovaiah, B.W., Glenn, G.M. and Reddy, A.S.N. (1988). Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. *Horticultural Reviews*, 10:107-152.
- Rademacher, W. and Kober, R. (2003). Efficient use of Prohexadione-Ca in Pome fruits. *Eur. J. Hort. Sci.*, 68, 101-107.
- Ranjbar S., Rahemi M. and Ramezani A., 2018. Comparison of nano-calcium and calcium chloride spray on postharvest quality and cell wall enzymes activity in apple cv. Red Delicious. *Scientia Horticulturae*, 240:57-64.
- Reay, P.F., (1999). The role of low temperature in the development of the red blush on apple fruit ('Granny Smith'). *Scientia Horticulturae*, 79, 113–119.
- Robinson, T.L. and Watkins, C.B. (2003). Cropload of Honeycrisp™ affects not only fruit size but many quality attributes. *New York Fruit Quarterly*, 11:7- 10.
- Rossignol-Strick, M. (1973). Init. Rep. DSDP Leg **13**, 971–991.
- Ruiz-Altisent, M. (1991). Damage mechanisms in the handling of fruits. In *Progress in agricultural physics and engineering*, J. Matthews, ed. (Wallingford, Oxfordshire, UK: C.A.B. International), p. 231-257.
- Saei, A., Tustin, D.S., Zamani, Z., Talaie, A. and Hall, A.J. (2011). Cropping effects on the loss of apple fruit firmness during storage: The relationship between texture retention and fruit dry matter concentration. *Scientia Horticulturae*, 130:256-265.
- Sams, C. E. and W. S. Conway. (1984). Effects of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronide content and quality of 'Golden Delicious' apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 53-57.
- Saure, M. (1990). External control of anthocyanin formation in apple. *Scientia Horticulturae* 42, 181-218
- Shear, C. B. and M. Faust. 1970. Calcium transport in apple trees. *Plant Physiol.* 45:670-674
- Scalbert, A.; Williamson, G. 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J. Nutr.* 130, 2073–2085.
- Schaffer, A.A., Goldschmidt, E.E., Goren, R. and Galini, D. (1985). Fruit set and carbohydrate status in alternate and nonalternate bearing Citrus cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110:574-578.
- Schaper, H. and Chacko, E.K. 1993. Effect of irradiance, leaf age, chlorophyll content and branch-girdling on gas exchange of cashew (*Anacardium occidentale* L.). *The Journal of Horticultural Science*, 68:541-550.
- Schechter, I., Proctor, J.T.A. and Elfving, D.C. (1994). Apple fruit removal and limb girdling affect fruit and leaf characteristics. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(2):157-162.
- Smith, W. H. (1950). Cell multiplication and cell enlargement in the development of the flesh of the apple fruit. *Ann. Bot.* 14:23-28
- Stone, E.L. (1974) The communal root system of red pine: growth of girdled trees. *Forest Science*, 20, 294-305.
- Stow, J. (1993). Effect of calcium ions on apple fruit softening during storage and ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 3:1-9.

- Swain, T. and Hillis, W.E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica* L. - The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10:63-68.
- Swietlik, D. and M. Faust. (1984). Foliar nutrition of fruit crops. *Hort. Rev.* 6:287-35.
- Teo, G., Suzuki, Y., Uratsu, S. L., Lampinen, B., Ormonde, N., Hu, W. K., et al. (2006). Silencing leaf sorbitol synthesis alters long-distance partitioning and apple fruit quality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 18842–18847.
- Tromp, J. (1979). The intake curve for calcium into apple fruits under various environmental conditions. *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.* 10:325-335.
- Turk, B. and Stopar, M. (2010). Effect of 6-benzyladenine application time on apple thinning of cv. 'Golden Delicious' and cv. 'Idared'. *Acta Agriculturae Slovenica*, 95:69-73.
- Van Goor, B. J. and D. Wiersma. 1974. Redistribution of potassium, calcium, magnesium and manganese in the plant. *Physiol. Plant.* 31:163-168.
- Val, J., Monge, E., Risco, D., and Blanco, A. (2008). Effect of preharvest calcium sprays on calcium concentrations in the skin and flesh of apples. *J. Plant Nutr.* 31, 1889-1905.
- Val, J., and Fernández, V. (2011). In-season calcium-spray formulations improve calcium balance and fruit quality traits of peach. *J. Plant Nutr. Soil Sc.* 174, 465-472.
- Vinson J., Su X., Zubik L. and Bose P. (2001). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J Agric Food Chem.* 49(11):5315-21.
- Visser T, Schaap AA, Devries DP (1968) Acidity and sweetness in apple and pear. *Euphytica* 17:153–167
- Wakabayashi, K. (2000). Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening. *Journal of Plant Research*, 113:231-237.
- Watkins, C.B., Hewett, E.W., Bateup, C., Gunson, A. and Triggs, C.M. (1989). Relationships between maturity and storage disorders in 'Cox's Orange Pippin' apples as influenced by preharvest calcium or ethephon sprays. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 17:283-292.
- Weinburger, J.H. and Cullinan, F.P. (1932) Further Studies on the Relation between Leaf Area and Size of Fruit, Chemical Composition, and Fruit Bud Formation in Elberta Peaches. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 29, 23-27.
- Winkel-Shirley, B. (2002). Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 5:218-223.
- Wintermans, I.F. and Mots, A. (1965). Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta*, 109:448-453.
- Wang A, Aldwinckle H, Forsline P, Main D, Fazio G, Brown S, Xu K (2011). EST contig-based SSR linkage maps for *Malus domestica* cv 'Royal Gala' and an apple scab resistant accession of *M. sieversii*, the progenitor species of domestic apple. *Mol Breed.* doi:10.1007/s11032-011- 9554-1
- Yoshioka, H., Aoba, K. and Kashimura, Y. (1992). Molecular weight and degree of methoxylation in cell wall polyuronide during softening in pear and apple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117: 600-606.

- Zhou, R. and Quebedeaux, B. (2003). Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source–sink manipulation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128:113-119.
- Zhou, R., Cheng, L., & Dandekar, A. M. (2006). Down-regulation of sorbitol dehydrogenase and up-regulation of sucrose synthase in shoot tips of the transgenic apple trees with decreased sorbitol synthesis. *Journal of Experimental Botany*, 57, 3647–3657.
- Zocchi, G., and Mignani, I. (1995). Calcium physiology and metabolism in fruit trees. *Acta Horticulturae* 383, 15-23.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Θεριός, Ι. Ν., 1996. Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα. Εκδόσεις Γ. Δεδούσης, Θεσσαλονίκη.
- Θεριός Ι.Ν. και Δημάση-Θεριού Κ., 2013. Ειδική Δενδροκομία - Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.
- Νάνος, Γ. (2015). ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑ Ι, Σημειώσεις για ειδικά θέματα. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Βόλος, σελ.11, 13.
- Ποντίκης, Α.Κ., 2003. Ειδική Δενδροκομία - Μηλοειδή. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα.
- Στυλιανίδης, Δ. Κ., Γ. Δ. Συργιανίδης και Κ.Δ. Χολέβας. 1995. Στοιχεία ερευνητικών εργασιών γύρω από την έλλειψη και την περίσσεια του Ν στα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. 5:107-11.

Λιαδικτυακή Βιβλιογραφία

- Fao.org, FAOSTAT. [online] Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Accessed 19 Jan. 2020].
- Marini, R. (2017). Fruit Color - Promoting Red Color Development in Apple. [online] Penn State Extension. Available at: <https://extension.psu.edu/fruitcolor-promoting-red-color-development-in-apple> [Accessed 27 Jan. 2020].
- Schupp, J. (2018). Apple Crop Load Management: Chemical Thinning. [online] Penn State Extension. Available at: <https://extension.psu.edu/applecrop-load-management-chemical-thinning> [Accessed 24 Jan. 2020].